



TUGAS AKHIR - KI141502

PERANCANGAN INDOOR LOCALIZATION MENGUNAKAN BLUETOOTH UNTUK PELACAKAN POSISI BENDA DI DALAM RUANGAN

**ANGGERIKO ARYASENA
NRP 5112100050**

**Dosen Pembimbing I
Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc.**

**Dosen Pembimbing II
Fajar Baskoro, S.Kom., M.T.**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



TUGAS AKHIR - KI141502

PERANCANGAN INDOOR LOCALIZATION MENGUNAKAN BLUETOOTH UNTUK PELACAKAN POSISI BENDA DI DALAM RUANGAN

**ANGGERIKO ARYASENA
NRP 5112100050**

**Dosen Pembimbing I
Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc.**

**Dosen Pembimbing II
Fajar Baskoro, S.Kom., M.T.**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



UNDERGRADUATE THESES - KI141502

DESIGN OF INDOOR LOCALIZATION USING BLUETOOTH FOR INDOOR POSITION TRACKING

**ANGGERIKO ARYASENA
NRP 5112100050**

**Supervisor I
Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc.**

**Supervisor II
Fajar Baskoro, S.Kom., M.T.**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN INDOOR LOCALIZATION MENGUNAKAN BLUETOOTH UNTUK PELACAKAN POSISI BENDA DALAM RUANGAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Rumpun Mata Kuliah Algoritma dan Pemrograman
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh
ANGGERIKO ARYASENA
NRP : 5112 100 050

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr.tech. Ir. R.V. Hari Gintoro, M.P.
NIP: 196505181992031002 (Pembimbing 1)
2. Fajar Baskoro, S.Kom., M.P.
NIP: 197404031999031002 (Pembimbing 2)

SURABAYA
JUNI, 2016

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

PERANCANGAN INDOOR LOCALIZATION MENGUNAKAN BLUETOOTH UNTUK PELACAKAN POSISI BENDA DI DALAM RUANGAN

Nama Mahasiswa : Anggeriko Aryasena
NRP : 5112100050
Jurusan : Teknik Informatika FTIF-ITS
Dosen Pembimbing 1 : Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc.
Dosen Pembimbing 2 : Fajar Baskoro, S.Kom., M.T.

Abstrak

Dewasa ini teknologi untuk melacak keberadaan sudah banyak digunakan, baik untuk kebutuhan warga sipil maupun militer. Teknologi tersebut menggunakan Global Positioning System milik Pemerintah Negara Amerika Serikat. GPS dapat digunakan untuk membantu dalam hal mencari posisi, alamat, ataupun arah ke suatu tempat. Meskipun GPS sudah banyak digunakan, GPS memiliki kelemahan yaitu memiliki akurasi yang rendah dalam pendeteksian keberadaan pada dalam ruangan. Di dalam ruangan, GPS tidak dapat mendeteksi penggunaanya berada di dalam ruangan mana dan berada pada posisi mana di ruangan tersebut. Oleh karena itu, sebuah sistem untuk mengenali posisi di dalam ruangan dikembangkan dengan konsep indoor localization.

Sistem indoor Localization ini dikembangkan dalam media perangkat bergerak menggunakan sinyal Bluetooth untuk mendeteksi posisi pengguna dan smartphone yang kemudian disimpan di dalam basis data untuk pengolahan selanjutnya. Dengan menggunakan metode Trilateration untuk mengolah RSS (Received Signal Strength) dan koordinat pemancar Bluetooth maka akan menghasilkan titik koordinat pengguna. Sebelum digunakan, pemancar Bluetooth harus diuji agar jarak yang dideteksi dari pemancar Bluetooth ke

pengguna lebih akurat. Hal tersebut dikarenakan jarak merupakan komponen penting dalam metode Trilateration. Apabila tahap tersebut sudah dilakukan, jarak dapat diestimasi dengan mengambil rata-rata RSS yang didapat oleh pengguna. Studi kasus ini akan diterapkan di Laboratorium Algoritma dan Pemrograman ITS.

Uji coba dilakukan dengan berbagai skenario untuk menentukan akurasi dari sistem. Perbedaan tiap skenario tersebut terletak pada koordinat pemancar Bluetooth yang berubah demi mencari akurasi yang paling optimal. Pada seluruh pengujian, sistem menghasilkan rata-rata akurasi 2,44 meter dengan akurasi terbaik 1,41 meter ketika pemancar Bluetooth diletakkan saling berdekatan dan letak obyek saling berdekatan.

Kata kunci: Bluetooth, Indoor Localization, Perangkat Bergerak, Trilateration

DESIGN OF INDOOR LOCALIZATION USING BLUETOOTH FOR INDOOR POSITION TRACKING

Nama Mahasiswa : Anggeriko Aryasena
NRP : 5112100050
Jurusan : Teknik Informatika FTIF-ITS
Dosen Pembimbing 1 : Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc.
Dosen Pembimbing 2 : Fajar Baskoro, S.Kom., M.T.

Abstract

Nowadays, the technology which for detecting the position is widely used, both for civilian and military needs. The technology uses Global Positioning System which is possessed American Government. GPS can be used for searching current position, address or direction to somewhere. Although GPS is widely used, it has weakness that has low accuracy in detecting indoor position. In the room, GPS can not detect where the user is and can not detect user position in that room. Therefore, a system to recognize and detect the position in the room is design with indoor localization concept.

The indoor localization system is developed in mobile device using Bluetooth signal to detect the user position or the smartphone position which that data is stored in database later for the functionality of the system. By using Trilateration method to process Received Signal Strength (RSS) and the coordinates of Bluetooth transmitters will produce the coordinate the user. Prior to use, the Bluetooth transmitter has to be tested in order to the distance from Bluetooth transmitter to user more accurately. It is because distance is the important component in Trilateration method. When the phase is done, the distance can be estimated by taking the average of Received Signal Strength which is obtained by user. This study case will

be implemented in Algorithm and Programming Laboratory, Informatics Department, ITS.

This system is tested by many scenarios to determine the accuracy of system. The difference of each scenarios is change of the coordinate the Bluetooth transmitter in order to find the most optimal accuracy. In all of the test, the system produce the average accuracy of 2,44 meter. The most optimal accuracy is 1,41 meter which the Bluetooth transmitter is placed close to each other and the smartphone too.

Keywords: Bluetooth, Indoor Localization, Mobile Device, Trilateration

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PERANCANGAN INDOOR LOCALIZATION MENGGUNAKAN BLUETOOTH UNTUK PELACAKAN POSISI BENDA DI DALAM RUANGAN”**. Dengan penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini penulis dapat belajar lebih banyak mengenai ilmu yang telah didapat selama masa perkuliahan.

Selesainya Tugas Akhir ini juga tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Sehingga melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besanya kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
2. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan moral, doa, dan material serta memberikan semangat kepada penulis untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc. dan Bapak Fajar Baskoro, S.Kom., M.T. yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi semangat kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Informatika yang telah membina, membimbing, dan mengajarkan ilmunya kepada penulis saat masa perkuliahan di Teknik Informatika ITS.
5. Lusiana Ningsih, A.Md yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan doa kepada penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.
6. Sahabat-sahabat yang telah memberikan dukungan kepada penulis: Reva, Dery, Fadrian, Alifa, Zola, Risky DS.

7. Teman-teman satu topik Tugas Akhir yang selalu mendukung satu sama lain: Fananda, Alifa, dan Metana.
8. Para Administrator laboratorium Algoritma dan Pemrograman: Demy, Yohana, Rina, Shoffi, Rani, Sabila, Aldi, Dimas, Izzuddin, Ridho, Luffi, Mas Khoiri, Hanif, dan Arvi.
9. Teman-teman yang sudah merelakan *smartphone* miliknya dipinjam demi keperluan Tugas Akhir penulis: Ridho, Fananda, Rifas, Arika, dan Fajar.
10. Teman-teman angkatan 2012 yang telah membantu, berbagi ilmu dan memberi motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan.
11. Teman-teman Kabinet Harmoni Berkreasi BEM FTIF 2014/2015 yang telah menemani, memberikan semangat, pengalaman, kisah dan cerita yang berharga kepada penulis.
12. Serta pihak-pihak lain yang telah membantu penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini memiliki banyak kekurangan. Sehingga dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan ke depannya.

Surabaya, Juni 2016
Anggeriko Aryasena

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
<i>Abstrak</i>	vii
<i>Abstract</i>	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR KODE SUMBER	xxiii
1 BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Metodologi.....	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	4
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Bluetooth.....	7
2.2 Android Studio dan SDK Tools.....	9
2.3 PostgreSQL.....	10
2.4 <i>Location Based Service</i>	11
2.5 <i>Global Positioning System</i>	12
2.6 <i>Indoor Position System</i>	13
2.7 <i>Indoor Localization</i>	13
2.8 Trilateration	13
3 BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN	17
3.1 Deskripsi Umum Perangkat Lunak.....	17
3.1.1 Arsitektur Sistem.....	19
3.1.2 Kebutuhan Fungsional Aplikasi.....	20
3.2 Perancangan	28
3.2.1 Perancangan Basis Data	28
3.2.2 Perancangan <i>Web Service</i>	31
3.2.3 Perancangan Antarmuka Perangkat Lunak	40

	3.2.4 Perancangan Proses Sistem Aplikasi <i>Indoor Localization</i>	47
4	BAB IV IMPLEMENTASI	55
	4.1 Lingkungan Implementasi	55
	4.1.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Keras	55
	4.1.2 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak	55
	4.2 Implementasi Basis Data	56
	4.2.1 Implementasi Tabel Data Pengguna (<i>user_data</i>)	56
	4.2.2 Implementasi Tabel Posisi Pengguna (<i>position</i>)	57
	4.3 Implementasi <i>Web Service</i>	57
	4.3.1 Implementasi <i>Web Service</i> Proses <i>Login</i>	58
	4.3.2 Implementasi <i>Web Service</i> Proses Registrasi	60
	4.3.3 Implementasi <i>Web Service</i> Proses Posisi Pengguna	62
	4.3.4 Implementasi <i>Web Service</i> Proses <i>Online Device</i>	64
	4.3.5 Implementasi <i>Web Service</i> Detail Perangkat	65
	4.4 Implementasi Antarmuka	67
	4.4.1 Antarmuka Halaman Login	67
	4.4.2 Antarmuka Halaman <i>Register</i>	68
	4.4.3 Antarmuka Halaman Menu Utama	68
	4.4.4 Antarmuka Halaman Posisi Pengguna	69
	4.4.5 Antarmuka Halaman <i>Online Device</i>	70
	4.4.6 Antarmuka Halaman <i>List Informasi</i>	71
	4.4.7 Antarmuka Halaman Detail Informasi	72
	4.5 Implementasi Proses Sistem Aplikasi <i>Indoor Localization</i>	73
	4.5.1 Implementasi Pengumpulan Variabel Pendukung	73
	4.5.2 Implementasi Metode Trilateration	74
	4.5.3 Implementasi Peta Ruangan	75
5	BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI	79
	5.1 Lingkungan Pengujian	79

5.2	Pengujian Fungsionalitas	79
5.2.1	Pengujian Mendaftarkan Pengguna.....	80
5.2.2	Pengujian Menampilkan Posisi Pengguna	81
5.2.3	Pengujian Menampilkan Informasi Perangkat	82
5.2.4	Pengujian Menampilkan Posisi <i>Smart Device</i>	84
5.3	Pengujian Akurasi.....	85
5.3.1	Lingkungan Pengujian Akurasi	86
5.3.2	Skenario Pengujian Akurasi.....	87
5.3.3	Hasil Pengujian Akurasi.....	89
5.4	Evaluasi Pengujian.....	101
5.4.1	Evaluasi Pengujian Fungsionalitas.....	101
5.4.2	Evaluasi Pengujian Akurasi	102
6	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	105
6.1	Kesimpulan.....	105
6.2	Saran	105
	DAFTAR PUSTAKA	107
	LAMPIRAN A KODE SUMBER.....	109
	LAMPIRAN B UJI VARIABEL	111
	BIODATA PENULIS	139

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Arsitektur Bluetooth	8
Gambar 2.2 Konsep Trilateration.....	14
Gambar 3.1 Alur Sistem.....	18
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem.....	20
Gambar 3.3 Diagram Kasus Aplikasi.....	21
Gambar 3.4 Diagram Aktivitas Kasus Penggunaan UC-01 ...	23
Gambar 3.5 Diagram Kasus Penggunaan UC-02	24
Gambar 3.6 Diagram Aktivitas Kasus Penggunaan UC-03 ...	26
Gambar 3.7 Diagram Aktivitas Kasus Penggunaan UC-04 ...	27
Gambar 3.8 <i>Conceptual Data Model</i>	28
Gambar 3.9 <i>Physical Data Model</i>	29
Gambar 3.10 Konsep <i>Web Service</i>	31
Gambar 3.11 Rancangan Antarmuka Halaman <i>Login</i>	40
Gambar 3.12 Rancangan Antarmuka Halaman <i>Register</i>	41
Gambar 3.13 Rancangan Antarmuka Halaman Menu Utama	42
Gambar 3.14 Rancangan Antarmuka Halaman Posisi Pengguna	43
Gambar 3.15 Rancangan Antarmuka Halaman <i>Online Device</i>	44
Gambar 3.16 Rancangan Antarmuka Halaman <i>List Perangkat</i>	45
Gambar 3.17 Rancangan Antarmuka Halaman Detail Perangkat	46
Gambar 3.18 <i>Pseudocode</i> Trilateration.....	50
Gambar 3.19 Denah Ruangan	51
Gambar 3.20 Denah Tambahan.....	52
Gambar 3.21 Denah dengan Sumbu x dan y	53
Gambar 4.1 Implementasi Antarmuka <i>Login</i>	67
Gambar 4.2 Implementasi Antarmuka <i>Register</i>	68
Gambar 4.3 Implementasi Antarmuka Menu Utama	69
Gambar 4.4 Implementasi Antarmuka Posisi Pengguna	70
Gambar 4.5 Implementasi Antarmuka <i>Online Device</i>	71
Gambar 4.6 Implementasi Antarmuka <i>List Informasi</i>	72

Gambar 4.7 Implementasi Antarmuka Detail Informasi73

Gambar 4.8 Implementasi Peta Ruangan77

Gambar 5.1 Pengujian Mendaftarkan Pengguna80

Gambar 5.2 Pengujian Menampilkan Posisi Pengguna82

Gambar 5.3 Menampilkan *List* Perangkat83

Gambar 5.4 Pengujian Menampilkan Info Perangkat.....84

Gambar 5.5 Pengujian Menampilkan Posisi *Smart Device*85

Gambar 5.6 Peta Titik Koordinat Pemancar Bluetooth dan *User*
.....88

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Deskripsi Fungsionalitas Aplikasi.....	21
Tabel 3.2 Rincian Kasus Penggunaan UC-01	22
Tabel 3.3 Rincian Kasus Penggunaan UC-02	23
Tabel 3.4 Rincian Kasus Penggunaan UC-03	25
Tabel 3.5 Rincian Kasus Penggunaan UC-04	27
Tabel 3.6 Detail Tabel Data Pengguna (<i>user_data</i>).....	29
Tabel 3.7 Detail Tabel Posisi Pengguna (<i>position</i>)	30
Tabel 3.8 Perancangan <i>Web Service Login</i>	32
Tabel 3.9 Perancangan <i>Web Service Registrasi</i>	33
Tabel 3.10 Perancangan <i>Web Service</i> Posisi Pengguna	36
Tabel 3.11 Perancangan <i>Web Service</i> Proses <i>Online Device</i>	37
Tabel 3.12 Perancangan <i>Web Service</i> Detail Perangkat.....	38
Tabel 5.1 Spesifikasi Lingkungan Pengujian Perangkat Lunak	79
Tabel 5.2 Skenario Pengujian Mendaftarkan Pengguna	80
Tabel 5.3 Skenario Pengujian Menampilkan Posisi Pengguna	81
Tabel 5.4 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Perangkat.....	83
Tabel 5.5 Skenario Pengujian Menampilkan Posisi <i>Smart Device</i>	84
Tabel 5.6 Perangkat <i>Smartphone</i> Pihak Pengguna.....	86
Tabel 5.7 Perangkat <i>Smartphone</i> Pihak Pemancar Bluetooth	86
Tabel 5.8 Skenario Pengujian.....	88
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 1.....	90
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 2.....	91
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 3.....	92
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 4.....	93
Tabel 5.13 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 5.....	94
Tabel 5.14 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 6.....	95
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 7.....	96
Tabel 5.16 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 8.....	97

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 9	98
Tabel 5.18 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 10	99
Tabel 5.19 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 11	100
Tabel 5.20 Hasil Rata-Rata Pengujian Skenario.....	101
Tabel 5.21 Data Sinyal Diterima	103
Tabel 5.22 Perhitungan Sinyal Diterima	103
Tabel B.1 Uji Variabel <i>A Device</i> Fonepad 8 Pada Ruang Utama	111
Tabel B.2 Uji Variabel <i>A Device</i> Fonepad 8 Pada Ruang Rapat	112
Tabel B.3 Uji Variabel <i>A Device</i> Fonepad 8 Pada Ruang <i>Server</i>	113
Tabel B.4 Uji Variabel <i>A Device</i> Samsung S4 Pada Ruang Utama	114
Tabel B.5 Uji Variabel <i>A Device</i> Samsung S4 Pada Ruang Rapat.....	115
Tabel B.6 Uji Variabel <i>A Device</i> Samsung S4 Pada Ruang <i>Server</i>	116
Tabel B.7 Uji Variabel <i>A Device</i> Samsung Grand Pada Ruang Utama	117
Tabel B.8 Uji Variabel <i>A Device</i> Samsung Grand Pada Ruang Rapat.....	118
Tabel B.9 Uji Variabel <i>A Device</i> Samung Grand Pada Ruang <i>Server</i>	119
Tabel B.10 Uji Variabel <i>A Device</i> Zenfone 4 Pada Ruang Utama	120
Tabel B.11 Uji Variabel <i>A Device</i> Zenfone 4 Pada Ruang Rapat	121
Tabel B.12 Uji Variabel <i>A Device</i> Zenfone 4 Pada Ruang <i>Server</i>	122
Tabel B.13 Uji Variabel <i>n Device</i> Fonepad 8 Pada Ruang Rapat Jarak 2 Meter	123
Tabel B.14 Uji Variabel <i>n Device</i> Fonepad 8 Pada Ruang Rapat Jarak 3 Meter	124

Tabel B.15 Uji Variabel <i>n Device Fonepad 8</i> Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter.....	125
Tabel B.16 Uji Variabel <i>n Device Fonepad 8</i> Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter.....	126
Tabel B.17 Uji Variabel <i>n Device Samsung Grand</i> Pada Ruang Rapat Jarak 2 Meter	127
Tabel B.18 Uji Variabel <i>n Device Samsung Grand</i> Pada Ruang Rapat Jarak 3 Meter	128
Tabel B.19 Uji Variabel <i>n Device Samsung Grand</i> Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter	129
Tabel B.20 Uji Variabel <i>n Device Samsung Grand</i> Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter	130
Tabel B.21 Uji Variabel <i>n Device Samsung S4</i> Pada Ruang Rapat Jarak 2 Meter	131
Tabel B.22 Uji Variabel <i>n Device Samsung S4</i> Pada Ruang Rapat Jarak 3 Meter	132
Tabel B.23 Uji Variabel <i>n Device Samsung S4</i> Pada Ruang Utama Jarak 2 Meter	133
Tabel B.24 Uji Variabel <i>n Device Samsung S4</i> Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter	134
Tabel B.25 Uji Variabel <i>n Device Zenfone 4</i> Pada Ruang Rapat Jarak 2 Meter.....	135
Tabel B.26 Uji Variabel <i>n Device Zenfone 4</i> Pada Ruang Rapat Jarak 3 Meter.....	136
Tabel B.27 Uji Variabel <i>n Device Zenfone 4</i> Pada Ruang Utama Jarak 2 Meter.....	137
Tabel B.28 Uji Variabel <i>n Device Zenfone 4</i> Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter.....	138

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR KODE SUMBER

Kode Sumber 4.1 Implementasi Tabel Data Pengguna (<i>user_data</i>).....	57
Kode Sumber 4.2 Implementasi Tabel Posisi Pengguna (<i>position</i>).....	57
Kode Sumber 4.3 <i>Controller</i> Proses <i>Login</i>	59
Kode Sumber 4.4 <i>Model</i> Proses <i>Login</i>	60
Kode Sumber 4.5 <i>Controller</i> Proses Registrasi	61
Kode Sumber 4.6 <i>Model</i> Proses Registrasi	62
Kode Sumber 4.7 <i>Controller</i> Proses Posisi Pengguna	63
Kode Sumber 4.8 <i>Model</i> Proses Posisi Pengguna	64
Kode Sumber 4.9 <i>Controller</i> Proses <i>Online Device</i>	65
Kode Sumber 4.10 <i>Model</i> Proses <i>Online Device</i>	65
Kode Sumber 4.11 <i>Controller</i> Detail Perangkat	66
Kode Sumber 4.12 <i>Model</i> Detail Perangkat.....	67
Kode Sumber 4.13 Implementasi Pengumpulan Variabel Pendukung.....	74
Kode Sumber 4.14 Implementasi Jarak.....	75
Kode Sumber 4.15 Implementasi Peta Ruangan	76
Kode Sumber A.1 Metode Trilateration.....	110

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi pelacakan posisi adalah sebuah teknologi yang sudah banyak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti menentukan posisi terkini, mencari sebuah alamat, dan lain sebagainya. Teknologi tersebut menggunakan *Global Positioning System* (GPS).

GPS saat ini memiliki pengaruh yang sangat besar karena banyak fungsi yang terkandung di dalamnya yang memanfaatkan satelit untuk menjalani berbagai fungsi yang ada. Satelit tersebut mengirimkan gelombang radio berdaya rendah dan dapat menembus awan, kaca, plastik dan benda-benda tipis lainnya. Akan tetapi gelombang tersebut tidak dapat menembus benda yang padat dan tebal seperti tembok dalam ruangan, gedung bertingkat, dan lain sebagainya.

Hal tersebut menyebabkan GPS tidak berfungsi optimal apabila digunakan pada sebuah ruangan atau gedung bertingkat. Oleh karena itu sistem yang lebih akurat untuk mengetahui lokasi di dalam gedung adalah *indoor localization*. *Indoor localization* ini memiliki banyak metode pelacakan posisi, bisa dengan menggunakan WLAN, Bluetooth, RFID, maupun *Infrared*. Pada Tugas Akhir ini, *indoor localization* akan menggunakan media Bluetooth untuk melacak posisi pengguna dan sebuah benda yang ada dalam sebuah ruangan dengan memanfaatkan kekuatan sinyal dari Bluetooth tersebut yang nantinya akan diproses untuk mendapatkan sebuah posisi pengguna ataupun benda tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pengguna mengetahui posisinya pada saat di dalam sebuah ruangan?
2. Bagaimana cara pengguna mengetahui lokasi *smartphone* atau *smart device* lain pada ruangan yang sama?
3. Bagaimana akurasi pelacakan menggunakan sistem ini?

1.3 Batasan Masalah

Batasan dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ujicoba sistem ini dilakukan di ruangan Laboratorium Algoritma dan Pemrograman Teknik Informatika ITS.
2. Dibangun pada *platform* Android dengan sistem operasi minimum 4.0 (Ice Cream Sandwich).
3. Data mengenai Bluetooth ditangkap menggunakan sensor Bluetooth yang ada pada *smartphone* Android.
4. Pemancar dan penerima sinyal Bluetooth menggunakan *smartphone* Android dengan spesifikasi memiliki Bluetooth versi 4.0, 4.1, atau di atasnya.
5. Benda yang dapat dilacak keberadaannya adalah *smartphone* atau *smart device* yang memiliki konektivitas Bluetooth.

1.4 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini antara lain:

1. Membangun aplikasi untuk menentukan posisi pengguna dan *smartphone* atau *smart device* lain pada sebuah ruangan
2. Melakukan evaluasi terhadap keakuratan posisi menggunakan Bluetooth.

Teknik yang digunakan adalah menggunakan metode Trilateration.

1.5 Manfaat

Dengan dibuatnya Tugas Akhir ini diharapkan dapat mempermudah penentuan posisi pengguna di dalam ruangan dan *smart device* yang ada dalam ruangan tersebut serta dapat mengetahui akurasi dari sistem *indoor localization* menggunakan Bluetooth.

1.6 Metodologi

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Penyusunan proposal Tugas Akhir.

Tahap awal untuk memulai pengerjaan Tugas Akhir adalah penyusunan proposal Tugas Akhir. Proposal Tugas Akhir yang diajukan memiliki gagasan yang sama dengan Tugas Akhir ini. Penyusunan proposal Tugas Akhir dilaksanakan untuk merumuskan masalah serta melakukan penetapan rancangan dasar dari sistem yang akan dikembangkan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.

2. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pemahaman informasi dan literatur yang diperlukan untuk tahap implementasi program. Tahap ini diperlukan untuk membantu memahami penggunaan komponen-komponen terkait dengan sistem yang akan dibangun, antara lain: Trilateration, Bluetooth, dan Android.

3. Analisis dan perancangan perangkat lunak

Tahap ini meliputi perancangan sistem berdasarkan studi literatur dan pembelajaran konsep teknologi dari perangkat lunak yang ada. Tahap ini mendefinisikan alur dari implementasi. Langkah-langkah yang dikerjakan juga didefinisikan pada tahap ini. Pada tahapan ini dibuat *prototype* sistem, yang merupakan rancangan dasar dari sistem yang akan dibuat. Fungsi utama aplikasi yang akan dibuat pada tugas akhir ini meliputi pendaftaran pengguna, menampilkan posisi pengguna, menampilkan informasi perangkat, dan menampilkan posisi *smart device* lain yang ada pada ruangan tersebut.

4. Implementasi perangkat lunak

Implementasi perangkat lunak merupakan tahap membangun rancangan program yang telah dibuat. Pada tahap ini akan direalisasikan mengenai rancangan apa saja yang telah didefinisikan pada tahap sebelumnya. Implementasi ini akan menggunakan bahasa pemrograman java pada sisi *client* dan bahasa pemrograman PHP pada sisi *server*.

5. Pengujian dan evaluasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba pada data yang telah dikumpulkan. Tahap ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja program serta mencari masalah yang mungkin timbul saat program dievaluasi serta melakukan perbaikan jika terdapat kesalahan pada program.

6. Penyusunan buku Tugas Akhir.

Pada tahap ini disusun buku yang memuat dokumentasi mengenai perancangan, pembuatan serta hasil dari implementasi perangkat lunak yang telah dibuat.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari pengerjaan Tugas Akhir ini. Secara garis besar, buku Tugas Akhir terdiri atas beberapa bagian seperti berikut ini:

Bab I Pendahuluan

Bab yang berisi mengenai latar belakang, tujuan, dan manfaat dari pembuatan Tugas Akhir. Selain itu perumusan masalah, batasan masalah, metodologi yang digunakan, dan sistematika penulisan juga merupakan bagian dari bab ini.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk

mendukung pembuatan Tugas Akhir ini. Teori yang digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir ini antara lain metode Trilateration, Bluetooth, Android SDK, *Location Based Service*, *Global Positioning System*, *Indoor Position System*, *Indoor Localization*, dan PostgreSQL.

Bab III Analisis dan Perancangan Perangkat Lunak

Bab ini membahas mengenai perancangan perangkat lunak. Perancangan alur sistem, perancangan perangkat lunak meliputi perancangan data, arsitektur, proses dan perancangan antarmuka pada sistem.

Bab IV Implementasi

Bab ini membahas mengenai implementasi dari rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Penjelasan berupa kode yang digunakan untuk proses implementasi dan juga sebagai penunjang fitur dalam aplikasi.

Bab V Uji Coba dan Evaluasi

Bab ini menjelaskan mengenai kemampuan perangkat lunak dengan melakukan pengujian kebenaran dan pengujian kinerja dari perangkat lunak yang telah dibuat sesuai dengan data yang diujikan.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab terakhir yang menyampaikan kesimpulan dari hasil uji coba yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan perangkat lunak ke depannya.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan teori-teori yang berkaitan dengan algoritma yang diajukan pada pengimplementasian program. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap program yang dibuat dan berguna sebagai penunjang dalam pengembangan perangkat lunak.

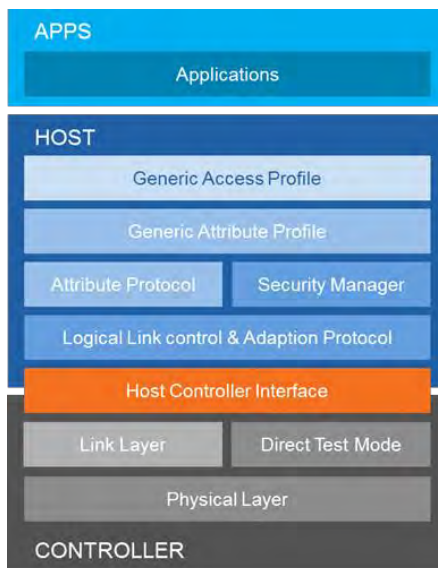
2.1 Bluetooth

Bluetooth diciptakan pada tahun 1994 untuk pertukaran data secara *wireless* dengan menggunakan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz dalam melakukan pengiriman data. Teknologi Bluetooth ini diciptakan sebagai untuk memungkinkan konektivitas dan kolaborasi antar perangkat dan juga industri yang berbeda. Dalam penggunaannya, Bluetooth dapat dipakai untuk menghubungkan *headset* dengan *smart device*, mobil ataupun komputer.

Ada beberapa jenis Bluetooth yang beredar, yaitu digolongkan menjadi BR/EDR (*Basic Rate/Enhanced Data Rate*) dan *Low Energy*. Bluetooth dengan versi BR/EDR digunakan pada versi 2.1. Pada versi tersebut memungkinkan pengguna untuk memasang dan menambah perangkat Bluetooth guna terhubung antara perangkat yang satu dengan yang lainnya. Saat proses *pairing*, antar perangkat dilindungi dengan 6 digit kode dan dilindungi dari serangan *man in the middle* yang memungkinkan pihak ketiga menyadap informasi. Perbedaan antara BR (*Basic Rate*) dengan BDR (*Enhanced Data Rate*) adalah apabila *basic rate* mendukung *bit rate* 1 Mbps sedangkan *enhanced data rate* mendukung *bit rate* 2 Mbps. Sedangkan Bluetooth dengan versi *Low Energy* digunakan pada versi 4.0, 4.1, atau 4.2. Seperti namanya, versi tersebut mengonsumsi sangat sedikit daya listrik yang memungkinkan bekerja berbulan-bulan hanya dengan satu

buah baterai standart. Selain itu pada versi *Low Energy* ini mendukung keamanan menggunakan data enkripsi 128 bit AES.

Bluetooth dapat bekerja dengan memanfaatkan sebuah *chip* kecil dan perangkat lunak yang memungkinkan antar perangkat dapat terhubung. Hal tersebut juga tidak terlepas dari keberadaan arsitektur sistem dari Bluetooth tersebut. Sistem tersebut terdiri dari penerima dan pemancar frekuensi radio, *baseband* dan *protocol stacks* yang memungkinkan perangkat-perangkat terhubung dan bertukar berbagai macam data. Terdapat 3 bagian pada arsitektur sistem yaitu *Controller*, *Host* dan *Application*. Arsitektur Sistem pada Bluetooth ditunjukkan pada Gambar 2.1 [1].



Gambar 2.1 Sistem Arsitektur Bluetooth

2.2 Android Studio dan SDK Tools

Android Studio adalah sebuah lingkungan pengembangan terpadu yang digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak berbasis sistem operasi Android. Android Studio dapat berjalan di berbagai platform, seperti Windows, Linux dan Macintosh. Pada sistem operasi Windows, spesifikasi *hardware* minimal yang diharuskan agar Android Studio dapat berjalan adalah bersistem operasi Windows 7, 8, atau 10, memiliki 2 GB RAM, memiliki sisa penyimpanan sebesar 2GB, dan telah terpasang Java Development Kit 8. Untuk sistem operasi Linux, spesifikasi minimalnya adalah memiliki 2 GB RAM, memiliki sisa penyimpanan sebesar 2 GB, dan telah terpasang Java Development Kit 8. Sedangkan Macintosh, spesifikasi minimal yang harus dipenuhi adalah bersistem operasi Mac OS X 10.8.5 atau yang terbaru, memiliki 2 GB RAM, memiliki sisa penyimpanan sebesar 2 GB, dan telah terpasang Java Development Kit 6 [2].

Perangkat lunak berbasis Android ditulis dalam bahasa pemrograman Java. Android SDK Tools digunakan untuk menyusun *script* yang ditulis menjadi sebuah perangkat lunak berbasis Android atau yang bisa disebut APK (*Android Package*). Untuk memudahkan para penggunanya dalam mengembangkan perangkat lunak tersebut, Android Studio menawarkan beberapa fitur, antara lain:

- a. Banyak *layout* dan telah didukung fitur *drag and drop*
Dalam menyusun antarmuka, pengguna sudah disediakan banyak *layout* untuk dipakai dan juga sudah didukung dengan fitur *drag and drop* sehingga memudahkan pengguna dalam menyusun antarmuka perangkat lunak.
- b. *Tools* untuk mengetahui performa dan masalah yang timbul
Ada beberapa *tools* dari Android Studio yang disediakan untuk dapat mendeteksi kesalahan dan mengetahui performa guna membantu pengguna dalam membangun perangkat lunaknya.

- c. Mendukung Google Cloud Platform.
Google Cloud Platform dapat mempermudah dalam menginterasikan ke dalam Google Cloud Messaging dan *app engine* [3].

2.3 PostgreSQL

PostgreSQL adalah sebuah sistem manajemen basis data yang berlisensi *open source*. PostgreSQL telah dikembangkan selama 15 tahun dan dapat digunakan dalam berbagai macam sistem operasi seperti Linux, UNIX dan Windows. Selain itu PostgreSQL juga telah kompatibel dengan ACID dan dapat mendukung segala bentuk tipe data. Ukuran basis data yang dapat ditampung pada PostgreSQL ini adalah tak terhingga dengan ukuran tabel maksimum adalah 32 TB, ukuran baris maksimum 1,6 TB dan ukuran kolom maksimum adalah 1 TB.

PostgreSQL telah dikenal luas dan memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

- a. Lintas *platform*
PostgreSQL dapat digunakan pada segala *platform* seperti UNIX dan Windows.
- b. Handal dan stabil
Pada penggunaannya, jarang sekali atau tidak pernah ditemukan adanya kasus *crash*. Oleh karena itu, penggunaan PostgreSQL ini dapat menghemat biaya pemeliharaan.
- c. Kaya fitur
PostgreSQL telah memenuhi standard ANSI-SQL: 2008. Oleh karena itu, dapat mendukung *subqueries* dan juga integritas data seperti *primary keys*, *update/delete*, *check constraint*, *unique constraint*, dan *not null constraint*.
- d. Dapat digunakan dalam skala yang besar
PostgreSQL menggunakan *multiple row data* yang disebut MVCC yang membuatnya selalu responsif dalam lingkungan pengembangan yang berskala besar [4].

2.4 *Location Based Service*

Location Based Service adalah layanan informasi yang dapat diakses dengan perangkat bergerak melalui jaringan selular dan memanfaatkan kemampuan untuk memanfaatkan lokasi perangkat bergerak. Ada beberapa komponen dasar *location based service*, antara lain:

1. Perangkat bergerak
Sebuah alat yang digunakan pengguna untuk meminta informasi yang dibutuhkan. Hasilnya dapat berupa suara, gambar, teks dan lain sebagainya.
2. Jaringan komunikasi
Jaringan selular yang mengirim data pengguna dan permintaan layanan dari perangkat kepada penyedia layanan dan mengirim informasi yang diminta kepada pengguna.
3. Komponen pelacakan
Posisi pengguna dapat diperoleh dengan menggunakan jaringan perangkat bergerak atau dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS). Selain itu penentuan posisi dapat dilakukan dengan menggunakan WLAN atau pemancar radio.
4. Penyedia layanan dan aplikasi
Menawarkan sejumlah layanan yang berbeda kepada pengguna dan juga bertugas untuk memproses permintaan layanan.
5. Penyedia data
Penyedia layanan yang biasanya tidak menyimpan dan memelihara semua informasi yang dapat diminta oleh pengguna.

Pada umumnya terdapat dua tipe macam dari layanan lokasi yaitu *pull service* dan *push service*. *Pull service* akan mengirim informasi kepada pengguna apabila pengguna tersebut meminta. Sedangkan *push service* akan mengirim informasi bukan atas permintaan pengguna tetapi atas *trigger* lain seperti waktu atau kejadian.

Kegunaan dari *location based service* ada beberapa, antara lain:

1. Penunjuk lokasi
Layanan ini menunjukkan lokasi dimana pengguna sekarang berada.
2. Penunjuk arah
Layanan ini menunjukkan arah dari satu tempat ke tempat yang lain.
3. Pencarian objek
Layanan ini menunjukkan objek yang dicari oleh pengguna.
4. Identifikasi objek
Layanan ini mengidentifikasi atau mengenali orang atau objek
5. Identifikasi kejadian
Layanan ini dapat menampilkan kejadian di suatu tempat [5].

2.5 *Global Positioning System*

Global Positioning System adalah utilitas milik Amerika Serikat yang menyediakan layanan penunjuk lokasi, arah dan waktu bagi penggunanya. Sistem tersebut terbagi menjadi tiga bagian, antara lain:

1. *Space segment*
Bagian ini terdiri dari beberapa satelit yang memancarkan sinyal radio ke bumi.
2. *Control segment*
Bagian ini digunakan untuk memantau sinyal radio yang dipancarkan, menganalisis performa, dan juga mengirim data
3. *User segment*
Pada bagian ini pengguna menggunakan dan menikmati fasilitas yang disediakan pada aplikasi GPS.

Layanan GPS dapat digunakan oleh masyarakat sipil dan militer. Masyarakat sipil dapat menggunakan layanan tersebut

secara gratis, sedangkan militer hanya dapat digunakan oleh angkatan bersenjata Amerika Serikat atau pihak lain dengan persetujuan Amerika Serikat [6].

2.6 Indoor Position System

Indoor position system adalah sebuah layanan yang berfungsi untuk menemukan orang atau benda yang berada di dalam sebuah ruangan, biasanya diakses melalui perangkat bergerak. *Indoor position system* dapat mendeteksi arah dimana perangkat tersebut bergerak dan dapat memprediksi jalur pengguna berdasarkan informasi sehingga posisi tetap akurat [7].

2.7 Indoor Localization

Indoor localization adalah layanan untuk menentukan posisi seseorang atau benda yang berada di dalam gedung. Secara konsep sama seperti *indoor position system*, akan tetapi perbedaannya terletak pada acuan penentuan posisinya. Apabila *indoor position system* menggunakan koordinat global (garis lintang dan bujur) sedangkan *indoor localization* menggunakan koordinat relatif [8].

2.8 Trilateration

Trilateration adalah sebuah metode untuk memperkirakan posisi pengguna pada sebuah titik dengan syarat minimal telah diketahui 3 posisi pemancar sinyal beserta jarak antara pemancar sinyal dengan pengguna tersebut. Metode ini tidak membutuhkan data belajar untuk dapat bekerja. Akan tetapi, metode ini tetap membutuhkan data MAC (*Media Access Control*) *address* pemancar sinyal dan koordinat pemancar sinyal tersebut. Kelebihan dari metode ini antara lain:

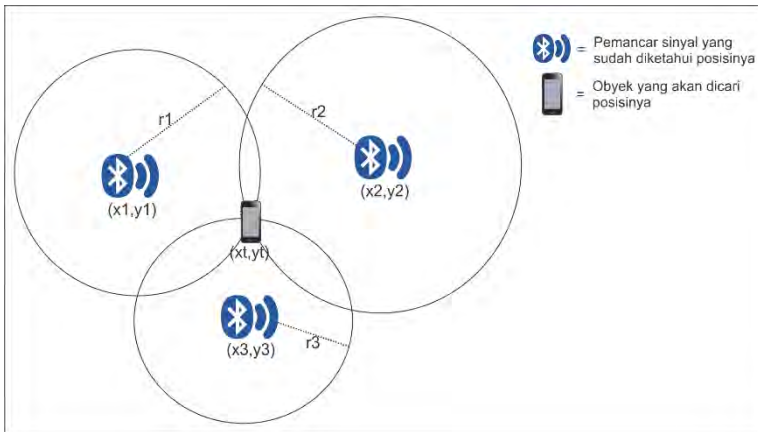
1. Fleksibel dan mudah beradaptasi
Ketika pemancar sinyal diganti, maka hanya mengukur akurasi alat penggantinya dan menghapus alat yang diganti tersebut. Apabila diubah posisinya maka hanya data posisi alat tersebut yang diubah. Hal itu tidak

mempengaruhi data-data pemancar sinyal lainnya yang digunakan pada sistem.

2. Data yang dibutuhkan sedikit

Metode ini tidak membutuhkan data belajar untuk dapat dijalankan. Data yang dibutuhkan hanya jarak antara pemancar sinyal dengan pengguna dan koordinat pemancar sinyal.

Penjelasan mengenai metode trilateration ditunjukkan dengan Gambar 2.2 dan dijelaskan pada Persamaan 2.1 sampai Persamaan 2.8.



Gambar 2.2 Konsep Trilateration

Jarak pada Gambar 2.2 disimbolkan dengan r yang dapat dihitung dengan menerima kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh pemancar dengan perhitungan yang akan ditunjukkan pada Persamaan 2.1 berikut [9]:

$$d = 10^{\frac{(RSSI - A)}{-10 * n}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

d = Estimasi jarak antara pemancar dengan pengguna yang diukur dalam satuan meter

$RSSI$ = Kekuatan sinyal yang diterima dalam satuan dBm.

A = Rata-rata sinyal yang diterima pada jarak 1 meter dengan pemancar yang diukur dalam satuan dBm.

n = Konstanta propagasi pada suatu ruangan.

Variabel A tersebut dihitung pada jarak 1 meter dengan pemancar dengan syarat tidak ada benda yang menghalanginya. Ketika variabel A tersebut sudah diketahui, pada jarak tertentu variabel n yang merupakan konstanta propagasi sebuah ruangan juga dapat dihitung. Nilai dari variabel n tersebut bergantung terhadap lingkungan atau ruangan.

Sedangkan posisi pengguna dapat dihitung berdasarkan persamaan umum lingkaran yang ditunjukkan dengan Persamaan 2.2.

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (2.2)$$

Dari persamaan tersebut, dengan mengasumsikan (x_t, y_t) adalah posisi dari pengguna maka Persamaan 2.2 dapat diubah menjadi Persamaan 2.3, 2.4, dan 2.5.

$$(x_t - x_1)^2 + (y_t - y_1)^2 = r_1^2 \quad (2.3)$$

$$(x_t - x_2)^2 + (y_t - y_2)^2 = r_2^2 \quad (2.4)$$

$$(x_t - x_3)^2 + (y_t - y_3)^2 = r_3^2 \quad (2.5)$$

Dari persamaan tersebut maka (x_t, y_t) dapat dihitung melalui Persamaan 2.6.

$$A \cdot \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \end{bmatrix} = B \quad (2.6)$$

Dimana A dan B didefinisikan pada matriks 2.7 dan 2.8 [10].

$$A = \begin{bmatrix} 2(-x_3) & 2(-y_3) \\ 2(x_2 - x_3) & 2(y_2 - y_3) \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

$$B = \begin{bmatrix} -x_3^2 - y_3^2 + r_3^2 - r_1^2 \\ x_2^2 - x_3^2 + y_2^2 - y_3^2 + r_3^2 - r_2^2 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Pada proses pembuatan perangkat lunak tidak terlepas dengan adanya proses perancangan. Pada bab ini akan dijelaskan perancangan sistem yang dibuat pada tugas akhir ini. Penjelasan tersebut meliputi deskripsi mengenai perangkat lunak, arsitektur sistem, dan alur berjalannya sistem.

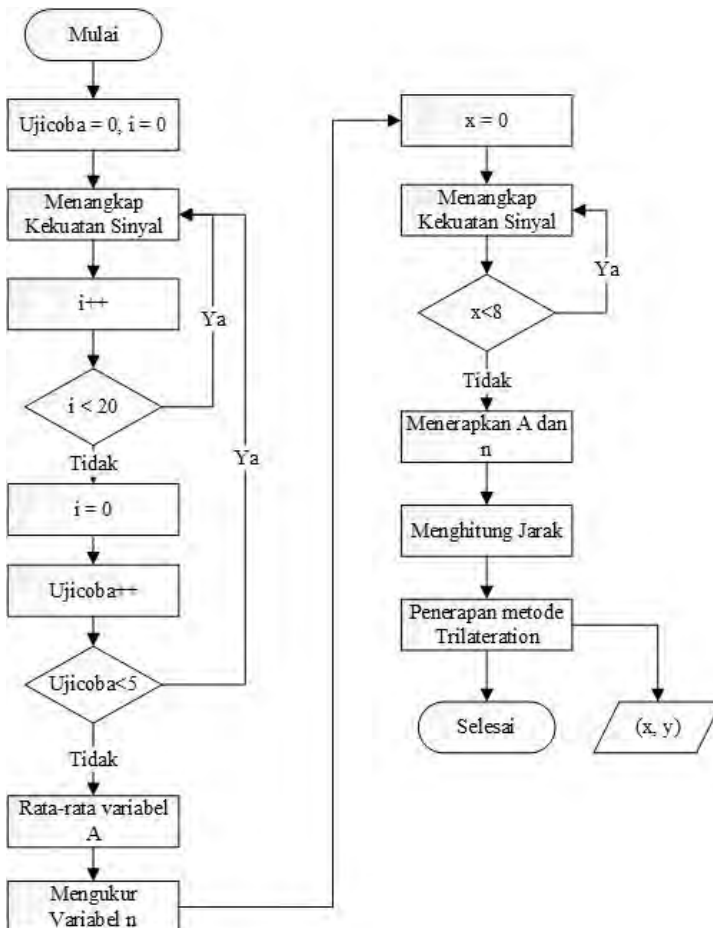
3.1 Deskripsi Umum Perangkat Lunak

Aplikasi yang dibangun pada tugas akhir ini adalah aplikasi berbasis perangkat bergerak yang menerapkan *indoor localization*. Sebenarnya, aplikasi *indoor localization* sudah digunakan pada banyak tempat. Perusahaan pengembang *indoor localization* menggunakan teknologi WiFi dan Bluetooth *low energy* untuk menciptakan aplikasi *indoor localization* tersebut. Aplikasi tersebut sudah dipakai oleh beberapa perusahaan dunia, mulai dari perusahaan *travel*, *retail*, *enterprise*, dan *events*. Tujuan dari penggunaan aplikasi tersebut adalah untuk mengarahkan para pelanggan mereka pada tujuannya baik dengan cara memberi *navigation* atau *current position*.

Aplikasi pada Tugas Akhir ini digunakan untuk mengetahui posisi pengguna dan juga *smart device* atau *smartphone* yang terhubung ke sistem pada ruangan Laboratorium Algoritma dan Pemrograman dengan bantuan sinyal Bluetooth yang ditangkap oleh *smartphone* pengguna tersebut dan kemudian diprediksi posisinya menggunakan metode Trilateration. Untuk dapat memprediksi posisi yang dibutuhkan adalah kekuatan sinyal dari pemancar Bluetooth tersebut dan kemudian posisi akan ditampilkan di dalam peta pada aplikasi.

Tahap awal pada proses ini adalah mengukur variabel A dan n . Variabel A adalah rata-rata kekuatan sinyal yang diterima pada *smartphone* dengan jarak 1 meter antara penerima dan pemancar Bluetooth. Sedangkan variabel n adalah konstanta pada sebuah

tempat. Variabel n tersebut diukur setelah variabel A diketahui. Pengukuran tersebut dilakukan beberapa kali karena sinyal Bluetooth yang cenderung fluktuatif. Untuk alur berjalannya sistem dijelaskan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Sistem

Setelah variabel A dan n tersebut diketahui, tahap berikutnya adalah *scanning* sinyal Bluetooth untuk memprediksi posisi pengguna. Ada beberapa kali *scanning* untuk mendapatkan kekuatan sinyal dari pemancar tersebut untuk kemudian diambil rata-ratanya. Ada beberapa kali *scanning* dikarenakan mempertimbangkan fluktuasi sinyal Bluetooth yang dipancarkan dan diterima.

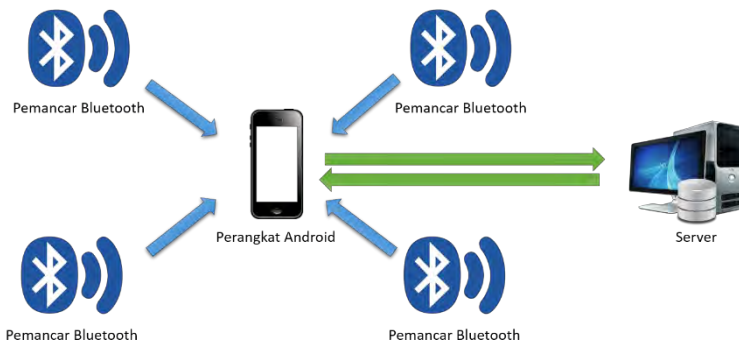
Setelah melakukan *scanning* dan mendapatkan rata-rata kekuatan sinyal, tahap berikutnya adalah memprediksi jarak antara pemancar dan pengguna. Jarak yang dihasilkan tersebut diukur dalam satuan meter. Tahap terakhir, berbekal jarak antara pemancar dan pengguna dan juga koordinat posisi pemancar Bluetooth, maka metode Trilateration dilakukan untuk mendapatkan posisi pengguna, disimbolkan dengan titik koordinat (x,y) . Titik tersebut kemudian digambar pada peta yang telah terpasang pada aplikasi untuk selanjutnya ditampilkan kepada pengguna.

Informasi posisi pengguna tersebut kemudian disimpan ke dalam basis data. Selain fitur untuk mengetahui posisi pengguna tersebut, aplikasi ini juga dapat melihat detail informasi dan posisi perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem.

Aplikasi ini menggunakan PostgreSQL sebagai basis data guna menyimpan informasi pengguna, perangkat dan posisi pengguna, dan menggunakan kerangka kerja CodeIgniter sebagai *web service*. Oleh sebab itu, dalam penggunaannya aplikasi ini membutuhkan koneksi internet yang baik agar dapat bertukar data dengan *server* secara lancar.

3.1.1 Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem pada pengerjaan tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Arsitektur Sistem

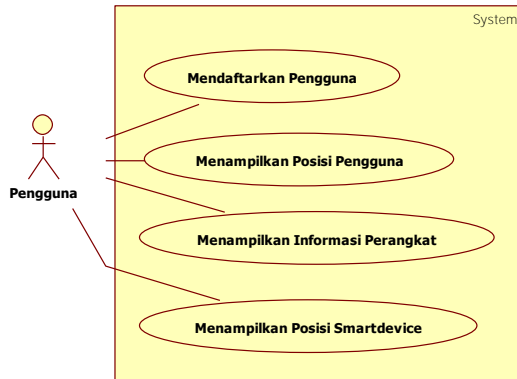
Arsitektur sistem dibagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian *user*, *server* dan pemancar Bluetooth. Bagian pemancar Bluetooth bertugas untuk memancarkan sinyal Bluetooth yang kemudian dapat ditangkap oleh pihak *user*. Pemancar Bluetooth tersebut diatur agar tetap dapat menyala terus agar pemancaran sinyal tidak terputus saat aplikasi digunakan. Bagian *user* bertugas untuk menerima sinyal yang dipancarkan dan juga mengolah data berupa kekuatan sinyal menjadi posisi koordinat menggunakan metode Trilateration. Selain itu, bagian *user* juga bertugas untuk menerima data dari *server* untuk kebutuhan fungsional aplikasi. Sedangkan bagian *server* bertugas untuk menyimpan data berupa informasi pengguna, informasi perangkat, dan informasi posisi dalam ruangan tersebut.

3.1.2 Kebutuhan Fungsional Aplikasi

Berikut daftar kebutuhan fungsional dari aplikasi berbasis perangkat bergerak Android:

1. Mendaftarkan pengguna
2. Menampilkan posisi pengguna
3. Menampilkan informasi perangkat
4. Menampilkan posisi *smart device*

Kebutuhan fungsional aplikasi berbasis perangkat bergerak Android ini juga dijelaskan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Kasus Aplikasi

Ada 4 kebutuhan fungsionalitas yang akan dijelaskan lebih lengkap pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Deskripsi Fungsionalitas Aplikasi

No	Kode	Nama Diagram Kasus	Keterangan
1	UC-01	Mendaftarkan pengguna	Pengguna dapat mendaftarkan diri.
2	UC-02	Menampilkan posisi pengguna	Pengguna dapat mengetahui posisinya saat ini.
3	UC-03	Menampilkan informasi perangkat	Pengguna dapat mengetahui informasi perangkat yang sedang terhubung ke sistem.
4	UC-04	Menampilkan posisi <i>smart device</i>	Pengguna dapat mengetahui posisi

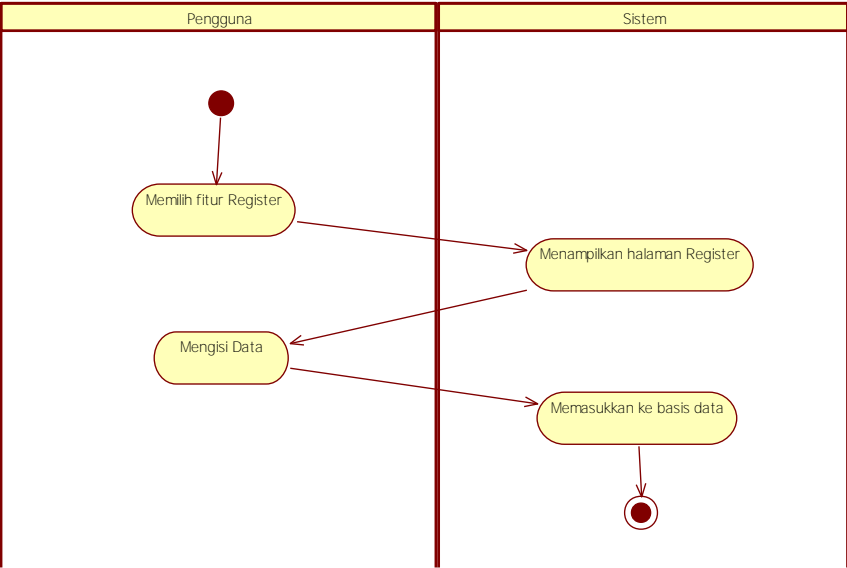
No	Kode	Nama Diagram Kasus	Keterangan
			perangkat lain yang sedang terhubung ke sistem.

3.1.2.1 Deskripsi Kasus Penggunaan UC-01

Kasus penggunaan UC-01 mengenai mendaftarkan pengguna merupakan kasus penggunaan bagi pengguna mendaftarkan dirinya agar dapat masuk ke dalam sistem. Kasus penggunaan ini dijelaskan pada Tabel 3.2 dan ditunjukkan pada diagram aktivitas Gambar 3.4.

Tabel 3.2 Rincian Kasus Penggunaan UC-01

Nama Kasus Penggunaan	Mendaftarkan Pengguna
Nomor	UC-01
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Pengguna belum terdaftar dalam sistem.
Kondisi Akhir	Pengguna telah terdaftar dalam sistem dan dapat menggunakan fasilitas yang disediakan sistem.
Alur Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memilih fitur <i>register</i>. 2. Sistem menampilkan halaman <i>register</i>. 3. Pengguna mengisi data diri. 4. Sistem memasukkan ke dalam <i>database</i>.



Gambar 3.4 Diagram Aktivitas Kasus Penggunaan UC-01

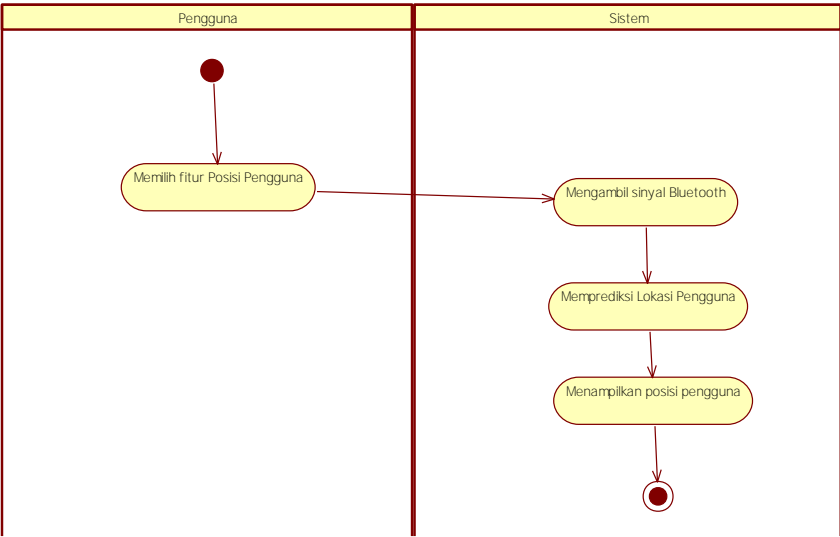
3.1.2.2 Deskripsi Kasus Penggunaan UC-02

Kasus penggunaan UC-02 mengenai menampilkan posisi pengguna merupakan kasus penggunaan bagi pengguna untuk dapat mengetahui posisinya dalam ruangan. Kasus penggunaan ini dijelaskan pada Tabel 3.3 . dan ditunjukkan pada diagram aktivitas Gambar 3.5.

Tabel 3.3 Rincian Kasus Penggunaan UC-02

Nama Kasus Penggunaan	Menampilkan Pengguna	Posisi
Nomor	UC-02	
Aktor	Pengguna	

Kondisi Awal	Posisi pengguna belum diketahui
Kondisi Akhir	Posisi pengguna diketahui
Alur Normal	<div>1. Pengguna memilih fitur <i>user position</i>.</div> <div>2. Sistem menampilkan halaman.</div> <div>3. Sistem melakukan <i>scanning</i> sinyal Bluetooth.</div> <div>4. Sistem memprediksi lokasi pengguna.</div>



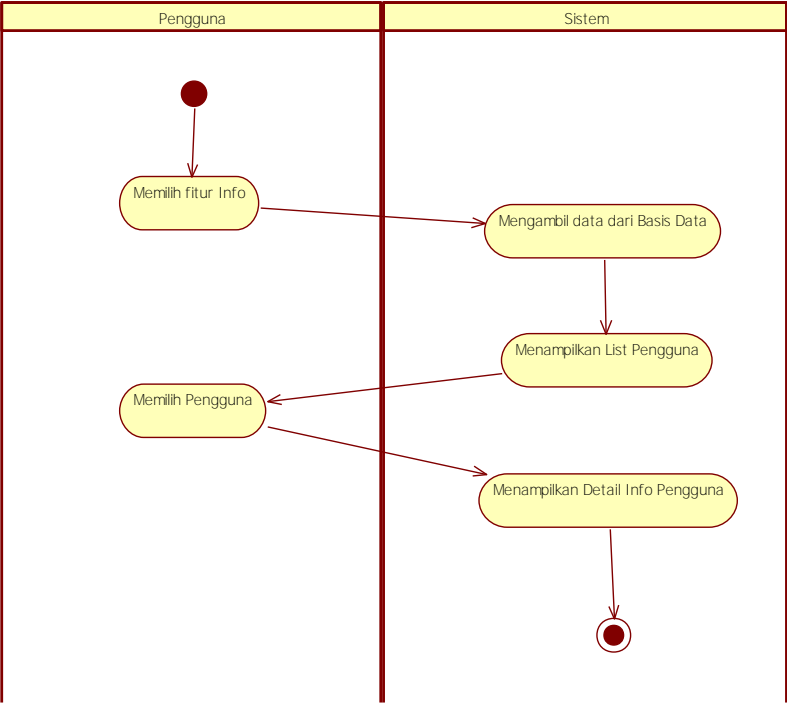
Gambar 3.5 Diagram Kasus Penggunaan UC-02

3.1.2.3 Deskripsi Kasus Penggunaan UC-03

Kasus penggunaan UC-03 mengenai menampilkan informasi perangkat merupakan kasus penggunaan bagi pengguna untuk dapat mengetahui detail informasi perangkat yang sedang terhubung ke sistem. Kasus penggunaan ini dijelaskan pada Tabel 3.4 . dan ditunjukkan pada diagram aktivitas Gambar 3.6.

Tabel 3.4 Rincian Kasus Penggunaan UC-03

Nama Kasus Penggunaan	Menampilkan Perangkat	Informasi
Nomor	UC-03	
Aktor	Pengguna	
Kondisi Awal	Data informasi perangkat yang sedang terhubung ke sistem belum ditampilkan	
Kondisi Akhir	Data informasi perangkat yang sedang terhubung ke sistem ditampilkan	
Alur Normal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengguna memilih fitur <i>info</i>. 2. Sistem mengambil data dari <i>database</i>. 3. Sistem menampilkan <i>list</i> pengguna yang sedang terhubung ke sistem. 4. Pengguna memilih <i>list</i> perangkat yang ditampilkan. 5. Sistem menampilkan detail informasi perangkat yang dipilih. 	



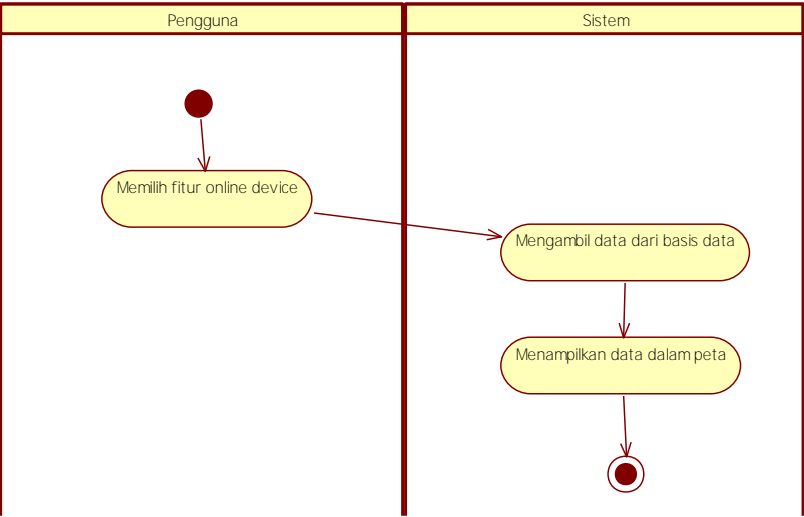
Gambar 3.6 Diagram Aktivitas Kasus Penggunaan UC-03

3.1.2.4 Deskripsi Kasus Penggunaan UC-04

Kasus penggunaan UC-04 mengenai menampilkan posisi *smart device* merupakan kasus penggunaan bagi pengguna untuk dapat mengetahui posisi *smart device* khususnya yang sedang terhubung dengan sistem di ruangan tersebut. Kasus penggunaan ini ditunjukkan pada Tabel 3.5. dan ditunjukkan pada diagram aktivitas Gambar 3.7.

Tabel 3.5 Rincian Kasus Penggunaan UC-04

Nama Kasus Penggunaan	Mengetahui Posisi Smart Device
Nomor	UC-04
Aktor	Pengguna
Kondisi Awal	Posisi <i>smart device</i> lain belum ditampilkan.
Kondisi Akhir	Posisi <i>smart device</i> lain ditampilkan.
Alur Normal	<div>1. Pengguna memilih <i>online device</i>.</div> <div>2. Sistem mengambil data dari basis data.</div> <div>3. Sistem menampilkan data ke dalam peta ruangan.</div>



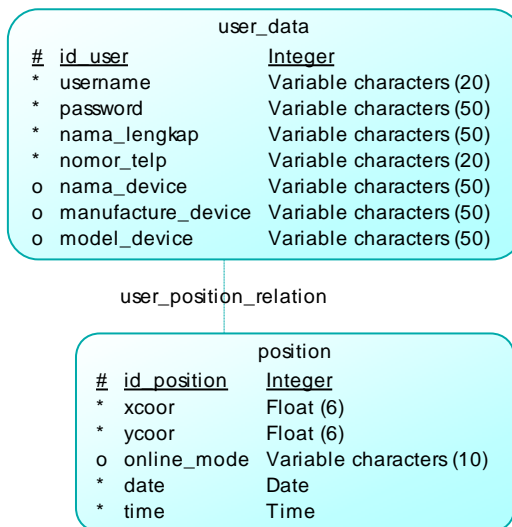
Gambar 3.7 Diagram Aktivitas Kasus Penggunaan UC-04

3.2 Perancangan

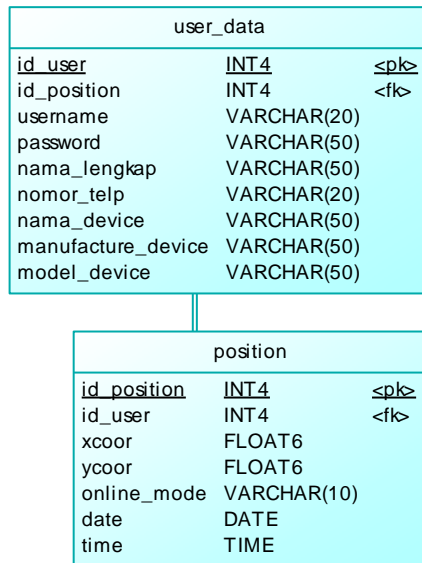
Pada bagian ini dijelaskan mengenai perancangan dari perangkat lunak *indoor localization*, yang meliputi perancangan basis data, perancangan antarmuka perangkat lunak dan perancangan peta ruangan Laboratorium Algoritma dan Pemrograman. Pembahasan lebih detail akan dibahas berikut ini.

3.2.1 Perancangan Basis Data

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai rancangan basis data yang digunakan pada sistem aplikasi *indoor localization* ini. Basis data yang dibangun pada sistem ini menggunakan manajemen basis data PostgreSQL. Basis data tersebut digunakan untuk menyimpan data pengguna dan data posisi pengguna. Basis data berupa CDM (*Conseptual Data Model*) dan PDM (*Physical Data Model*) dapat dilihat pada Gambar 3.8 dan 3.9.



Gambar 3.8 *Conseptual Data Model*



Gambar 3.9 Physical Data Model

3.2.1.1 Rancangan Tabel Data Pengguna (*user_data*)

Tabel data pengguna digunakan untuk menyimpan data-data pengguna yang diperoleh dari proses pendaftaran pengguna dan digunakan untuk masuk ke sistem dan menggunakan fasilitas dari sistem ini. Rancangan tabel data pengguna dijelaskan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Detail Tabel Data Pengguna (*user_data*)

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id_user	<i>integer</i>	<i>Primary key</i> untuk tabel <i>user_data</i> .
id_position	<i>integer</i>	<i>Foreign key</i> dari tabel <i>position</i>

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
username	<i>varchar (20)</i>	Nama yang digunakan untuk masuk ke dalam sistem
password	<i>varchar (50)</i>	Kata sandi pengguna untuk masuk ke dalam sistem
nama_lengkap	<i>varchar (50)</i>	Nama pengguna.
nomor_telp	<i>varchar (20)</i>	Nomor telepon pengguna
nama_device	<i>varchar (50)</i>	Nama <i>device</i> pengguna
manufacture_device	<i>varchar (50)</i>	Merek <i>device</i> pengguna
model_device	<i>varchar (50)</i>	Model <i>device</i> pengguna

Tabel data pengguna ini memiliki relasi dengan tabel Posisi Pengguna (*position*). Hubungan dengan tabel tersebut adalah menyimpan lokasi pengguna setiap sistem memperoleh posisi terbaru dari pengguna tersebut.

3.2.1.2 Rancangan Tabel Posisi Pengguna (*position*)

Tabel posisi pengguna digunakan untuk menyimpan data posisi pengguna, waktu akses dan juga keterangan apakah pengguna tersebut sedang mengakses sistem atau tidak. Data tabel posisi pengguna ini diperoleh saat pengguna mengakses fitur posisi pada sistem. Rancangan tabel posisi pengguna ini dijelaskan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Detail Tabel Posisi Pengguna (*position*)

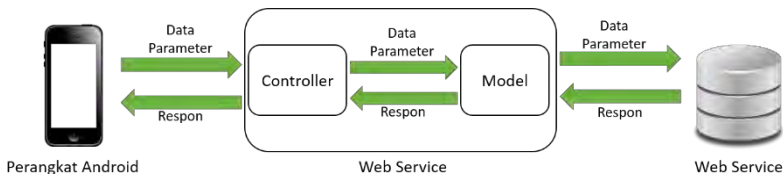
Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id_position	<i>integer</i>	<i>Primary key</i> untuk tabel <i>position</i>
id_user	<i>integer</i>	<i>Foreign key</i> dari tabel <i>user_data</i>

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
Xcoor	<i>float</i>	Posisi pengguna terhadap sumbu x
Ycoor	<i>float</i>	Posisi pengguna terhadap sumbu y
online_mode	<i>varchar (10)</i>	Keterangan pengguna apakah sedang mengakses sistem atau tidak
Date	<i>date</i>	Tanggal akses terakhir
Time	<i>time</i>	Waktu akses terakhir

Tabel posisi pengguna ini memiliki relasi dengan tabel data pengguna (*user_data*). Hubungan antara kedua tabel tersebut adalah *one to one* dimana setiap pengguna memiliki hanya satu posisi.

3.2.2 Perancangan Web Service

Pada bagian ini dijelaskan mengenai rancangan *web service* yang digunakan pada sistem *indoor localization* ini. *Web service* digunakan untuk bertukar data baik itu mengambil data, menambah data, atau mengubah data antara pengguna dengan *database*. Pada sistem ini menggunakan CodeIgniter sebagai *web service* yang memiliki konsep *model, view, controller*. Konsep dari *web service* ditunjukkan pada Gambar 3.10. Pada Gambar 3.10, data dari perangkat Android akan masuk ke dalam *controller* kemudian menuju ke *model* untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam *database*.



Gambar 3.10 Konsep Web Service

3.2.2.1 Perancangan Web Service Proses Login

Perancangan ini dibuat untuk membantu proses *login* pengguna agar dapat berjalan sebagaimana mestinya. Pada proses *login*, terdapat data *username* dan *password* yang dimasukkan oleh pengguna yang selanjutnya akan dikirim ke *web service* dan dicocokkan apakah *username* dan *password* tersebut ada di basis data atau tidak. Penjelasan terkait perancangan *web service* proses *login* ditunjukkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Perancangan Web Service Login

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
Metode	POST	Proses <i>login</i> mengirimkan data-data ke <i>web service</i> menggunakan metode POST.
<i>Request</i>	http://188.166.181.160/riko/index.php/login/do_login	Nilai dari parameter akan dikirim ke alamat tersebut untuk diolah lebih lanjut.
Parameter	<i>username</i>	<i>Username</i> didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>login</i> .
	<i>password</i>	<i>Password</i> didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>login</i> .
Respon/Hasil	[{ "kode": "200", "username": "aa", "fullname": "aa", "iduser": "1" }]	Apabila sukses maka akan mengembalikan data <i>username</i> , <i>fullname</i> dan <i>id user</i> serta kode 200

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
		sebagai penanda status berhasil.
	[{ "kode": "404", "username": "ERROR", "fullname": "ERROR", "iduser": "ERROR" }]	Apabila gagal maka akan data <i>username</i> , <i>fullname</i> dan <i>id user</i> akan berisi <i>error</i> serta kode berisi 404 yang menandakan gagal untuk <i>login</i> .

3.2.2.2 Perancangan Web Service Proses Registrasi

Perancangan ini dibuat untuk membantu proses registrasi pengguna. Pada proses registrasi, pengguna memasukkan data diri berupa *username*, *password*, nama lengkap, dan nomor telepon dimana data-data tersebut akan dikirim ke *web service* untuk selanjutnya di masukkan ke dalam basis data. Penjelasan terkait perancangan *web service* proses registrasi ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Perancangan Web Service Registrasi

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
Metode	POST	Proses <i>registrasi</i> mengirimkan data-data ke <i>web service</i> menggunakan metode POST.
<i>Request</i>	http://188.166.181.160/riko/index.php/register/do_register	Nilai dari parameter akan dikirim ke alamat tersebut

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
		untuk diolah lebih lanjut.
Parameter	<i>username</i>	<i>Username</i> didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>register</i> .
	<i>password</i>	<i>Password</i> didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>register</i> .
	nama lengkap	Nama lengkap didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>register</i> .
	nomor telepon	Nomor telepon didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>register</i> .
	merek perangkat	Merek perangkat yang dipakai pengguna.
	nama perangkat	Nama perangkat yang dipakai pengguna.
	model perangkat	Model perangkat yang dipakai pengguna.
	tanggal	Tanggal saat pengguna mengakses fitur registrasi.
	waktu	Waktu saat pengguna

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
		mengakses fitur registrasi.
Respon/Hasil	[{ "kode": "200", "username": "aa", "fullname": "aa", "iduser": "1" }]	Apabila sukses maka akan mengembalikan data <i>username</i> , <i>fullname</i> dan <i>id user</i> serta kode berisi nilai 200 sebagai penanda status berhasil.
	[{ "kode": "404", "username": "ERROR", "fullname": "ERROR", "iduser": "ERROR" }]	Apabila gagal maka akan data <i>username</i> , <i>fullname</i> dan <i>id user</i> akan berisi <i>error</i> serta kode berisi 404 yang menandakan gagal registrasi.

3.2.2.3 Perancangan *Web Service* Proses Posisi Pengguna

Perancangan ini dibuat untuk membantu memasukkan data posisi pengguna yang telah didapatkan ke dalam basis data. Posisi pengguna tersebut berupa koordinat x, koordinat y, *id user*, tanggal, dan waktu, dikirim ke *web service* untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam basis data. Penjelasan terkait perancangan *web service* proses posisi pengguna ini ditunjukkan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Perancangan Web Service Posisi Pengguna

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
Metode	POST	Proses posisi pengguna mengirimkan data-data ke <i>web service</i> menggunakan metode POST.
<i>Request</i>	http://188.166.181.160/riko/index.php/position/updateposition	Nilai dari parameter akan dikirim ke alamat tersebut untuk diolah lebih lanjut.
Parameter	<i>id user</i>	<i>Id user</i> didapatkan dari <i>session</i> yang tersimpan dalam aplikasi.
	<i>username</i>	<i>Username</i> didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>login</i> .
	<i>password</i>	<i>Password</i> didapatkan dari <i>textbox</i> pada halaman <i>login</i> .
	tanggal	Tanggal saat pengguna mengakses fitur <i>user position</i> .
	waktu	Waktu saat pengguna mengakses fitur <i>user position</i> .
Respon/Hasil	[{ "kode": "200"	Apabila sukses maka akan

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
	}]	mengembalikan kode yang berisi 200 yang menandakan proses berhasil.
	[{ "kode": "404" }]	Apabila gagal maka akan mengembalikan kode yang berisi 404 yang menandakan proses gagal dilakukan.

3.2.2.4 Perancangan *Web Service Proses Online Device*

Perancangan ini dibuat untuk membantu mendapatkan data perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem. Data yang didapat adalah data posisi perangkat berupa koordinat x dan y yang kemudian akan ditampilkan pada aplikasi pengguna. Penjelasan terkait perancangan *web service proses online device* ditunjukkan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Perancangan *Web Service Proses Online Device*

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
Metode	GET	Proses untuk mendapatkan posisi perangkat yang terhubung ke sistem menggunakan metode GET
<i>Request</i>	http://188.166.181.160/ riko/index.php/position /getOnlineDev	Data hasil <i>query</i> akan dihasilkan dan dikirimkan dari alamat tersebut.

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
Parameter	-	-
Respon/Hasil	[{ "xcoor": "5", "ycoor": "5" }]	Apabila ada perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem maka akan memberi respon tentang koordinat perangkat.
	[]	Apabila tidak ada perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem maka data yang dikirimkan kosong.

3.2.2.5 Perancangan Web Service Detail Perangkat

Perancangan ini dibuat untuk membantu mendapatkan data detail perangkat yang sedang terhubung ke sistem. Data yang didapat adalah data pengguna meliputi nama lengkap, nomor telepon, merek dan model *smartphone* serta posisinya yang kemudian ditampilkan kepada pengguna. Penjelasan terkait dengan perancangan *web service* detail perangkat ditunjukkan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Perancangan Web Service Detail Perangkat

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
Metode	GET	Proses untuk mendapatkan data detail perangkat yang terhubung ke sistem

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
		menggunakan metode GET
<i>Request</i>	http://188.166.181.160/riko/index.php/position/getListDev	Data hasil <i>query</i> akan dihasilkan dan dikirimkan dari alamat tersebut.
Parameter	-	-
Respon/Hasil	[{ " id_user": "1", " id_position": "1", " username": "aa", " password": "aa", " nama_lengkap": "aa", " nomor_telp": "085669642001", " nama_device": "E2353", " manufacture_device": "Sony", " model_device": "E2353", " xcoor": "5", " ycoor": "5", " online_mode": "ONLINE", " date": "2016-06-23", " TIME": "16:10:09" }]	Apabila ada perangkat yang sedang terhubung ke sistem maka akan memberi respon tentang data-data perangkat.
	[]	Apabila tidak ada perangkat yang sedang terhubung

Operasi	Isi Operasi	Penjelasan
		ke sistem maka respon yang diberikan berupa data kosong.

3.2.3 Perancangan Antarmuka Perangkat Lunak

Pada bagian ini dijelaskan mengenai rancangan antarmuka perangkat lunak yang akan dibuat. Antarmuka ini diterapkan pada sisi *user* yaitu pada *smartphone* berbasis android.

3.2.3.1 Antarmuka Halaman Login

Halaman *login* digunakan oleh *user* agar dapat masuk dan melakukan verifikasi *username* dan kata *password* guna menggunakan fitur yang terdapat dalam sistem. Apabila pengguna belum terdaftar maka dapat mendaftarkan diri terlebih dahulu dengan menekan tombol *sign up* yang kemudian akan masuk ke dalam halaman *register*. Pada antarmuka *login* tersebut terdapat judul halaman dan logo aplikasi. Selain itu ada *textbox* yang diperuntukkan untuk pengguna mengisi *username* dan *password*. Antarmuka halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Rancangan Antarmuka Halaman Login

Berikut penjelasan antarmuka halaman *login* berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.11:

1. Judul halaman.
2. Logo aplikasi.
3. Nama aplikasi.
4. *Textbox* untuk memasukkan *username* pengguna.
5. *Textbox* untuk memasukkan *password* pengguna.
6. Tombol untuk melakukan validasi terhadap *username* dan *password* yang dimasukkan pengguna.
7. Tombol untuk melakukan *register* bagi pengguna yang belum mendaftar.

3.2.3.2 Antarmuka Halaman *Register*

Halaman *register* digunakan oleh pengguna untuk mendaftarkan diri. Pada halaman tersebut pengguna mengisi formulir pendaftaran untuk kemudian dimasukkan ke basis data di *server*. Setelah pengguna terdaftar dalam sistem, maka pengguna tersebut dapat *login* dan menggunakan fitur dalam sistem ini. Antarmuka halaman *register* ditunjukkan pada Gambar 3.12.



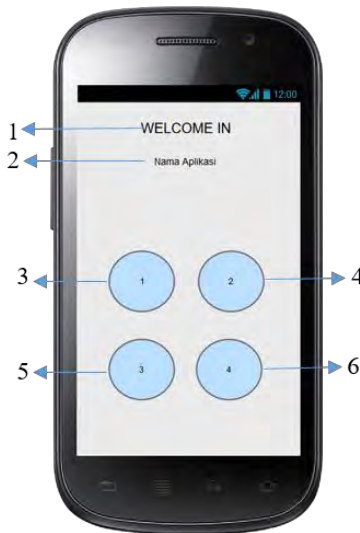
Gambar 3.12 Rancangan Antarmuka Halaman *Register*

Berikut penjelasan antarmuka halaman *register* berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.12:

1. Judul halaman.
2. Logo aplikasi.
3. Nama aplikasi.
4. *Textbox* untuk memasukkan *username*.
5. *Textbox* untuk memasukkan *password*.
6. *Textbox* untuk memasukkan nama lengkap.
7. *Textbox* untuk memasukkan nomor telepon.
8. Tombol untuk memproses registrasi pengguna.

3.2.3.3 Antarmuka Halaman Menu Utama

Halaman menu utama digunakan untuk menampilkan fitur yang disediakan oleh sistem yang dapat digunakan oleh pengguna. Dalam aplikasi ini tersedia tiga fitur, yaitu *user position*, *online device*, dan info. Antarmuka halaman menu utama ditunjukkan pada Gambar 3.13.



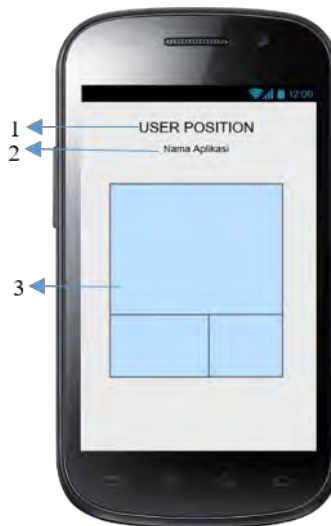
Gambar 3.13 Rancangan Antarmuka Halaman Menu Utama

Berikut penjelasan antarmuka halaman menu utama berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.13:

1. Judul halaman.
2. Nama aplikasi.
3. Tombol menu pertama.
4. Tombol menu kedua.
5. Tombol menu ketiga.
6. Tombol *logout*.

3.2.3.4 Antarmuka Halaman Posisi Pengguna

Halaman Posisi Pengguna digunakan untuk menampilkan posisi pengguna. Pada halaman tersebut, terdapat peta yang menampilkan posisi pengguna saat ini. Saat proses pengambilan posisi selesai dilakukan maka akan muncul titik yang menandakan lokasi pengguna pada peta yang ada di halaman posisi pengguna tersebut. Antarmuka halaman posisi pengguna ditunjukkan pada Gambar 3.14.



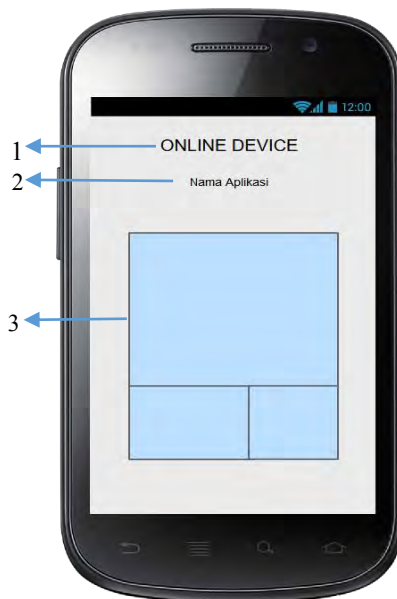
Gambar 3.14 Rancangan Antarmuka Halaman Posisi Pengguna

Berikut penjelasan antarmuka halaman posisi pengguna berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.14:

1. Judul halaman
2. Nama aplikasi
3. Peta Laboratorium Algoritma dan Pemrograman.

3.2.3.5 Antarmuka Halaman *Online Device*

Halaman *Online device* digunakan untuk menampilkan perangkat yang sedang terhubung ke sistem. Pada halaman ini terdapat peta yang digunakan untuk menampilkan titik *device* yang sedang terhubung ke sistem dimana data tersebut diambil dari basis data. Antarmuka halaman *online device* ditunjukkan pada Gambar 3.15.



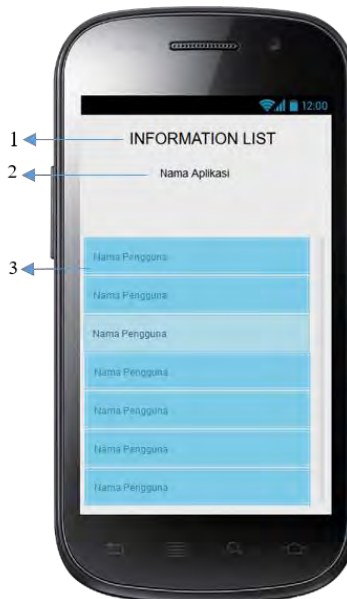
**Gambar 3.15 Rancangan Antarmuka Halaman
*Online Device***

Berikut penjelasan antarmuka halaman *online device* berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.15:

1. Judul halaman
2. Nama aplikasi
3. Peta Laboratorium Algoritma dan Pemrograman.

3.2.3.6 Antarmuka Halaman *List Informasi Perangkat*

Halaman *list* informasi perangkat digunakan untuk menampilkan list perangkat yang sedang terhubung ke dalam sistem. Yang ditampilkan pada *list* tersebut adalah nama pengguna dan *id user* tersebut. Antarmuka halaman *list* informasi perangkat ditunjukkan pada Gambar 3.16.



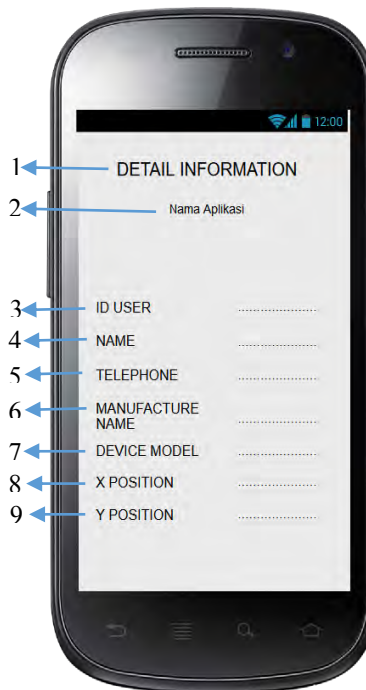
**Gambar 3.16 Rancangan Antarmuka Halaman
*List Perangkat***

Berikut penjelasan antarmuka halaman list perangkat berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.16:

1. Judul halaman
2. Nama aplikasi.
3. *List device* yang sedang terhubung ke sistem.

3.2.3.7 Antarmuka Halaman Detail Informasi Perangkat

Halaman detail informasi perangkat digunakan untuk menampilkan detail informasi tentang *device* yang dipilih saat berada di halaman *list* perangkat. Info tersebut disajikan berupa *Textview*. Antarmuka halaman detail informasi perangkat ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Rancangan Antarmuka Halaman Detail Perangkat

Berikut penjelasan antarmuka halaman detail perangkat berdasarkan nomor yang terdapat pada Gambar 3.17:

1. Judul halaman
2. Nama aplikasi
3. Id pengguna yang dipilih.
4. Nama pengguna perangkat tersebut.
5. Nomor telepon pengguna perangkat tersebut.
6. Merk perangkat.
7. Model merk perangkat.
8. Posisi perangkat berdasarkan sumbu x.
9. Posisi perangkat berdasarkan sumbu y.

3.2.4 Perancangan Proses Sistem Aplikasi *Indoor Localization*

Pada subbab ini membahas mengenai perancangan proses-proses sistem *indoor localization*. Perancangan tersebut meliputi perancangan variabel pendukung Trilateration, metode Trilateration, dan peta ruangan.

3.2.4.1 Perancangan Pengumpulan Variabel Pendukung

Pada metode Trilateration dibutuhkan beberapa komponen agar metode tersebut dapat berjalan. Salah satu komponen tersebut adalah jarak antara pemancar Bluetooth dengan penerima (*receiver*). Jarak antara kedua hal tersebut dapat diestimasi dengan rumus yang ditunjukkan pada Persamaan 2.1.

Variabel *RSSI* dapat didapat dengan *scanning* Bluetooth beberapa kali dikarenakan sinyal yang diterima cenderung fluktuatif. Variabel *A* didapat dengan cara melakukan *scanning* Bluetooth beberapa kali pada jarak 1 meter. Ada beberapa skenario yang dilakukan untuk mendapatkan nilai variabel *A* tersebut. Skenario tersebut antara lain:

- b. Ruang utama sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.

- c. Ruang rapat sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.
- d. Ruang *server* sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.

Sedangkan variabel n didapat setelah variabel $RSSI$ dan A sudah didapat. Variabel n tersebut didapat dengan cara melakukan *scanning* terhadap jarak tertentu dan dalam beberapa skenario. Skenario tersebut antara lain:

- a. Ruang utama, pada jarak 2 meter sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.
- b. Ruang utama, pada jarak 3 meter sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.
- c. Ruang rapat, pada jarak 2 meter sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.
- d. Ruang rapat, pada jarak 3 meter sebanyak 5 kali percobaan dengan 20 data yang diambil.

Setelah nilai variabel $RSSI$, A , dan n sudah diketahui, maka dapat dengan mudah mengestimasi jarak antara pemancar Bluetooth dengan *user*.

3.2.4.2 Perancangan Metode Trilateration

Metode Trilateration ini digunakan untuk memprediksi posisi pengguna. Ada beberapa komponen yang harus ada yaitu jarak antara pemancar Bluetooth dengan pengguna dan posisi koordinat pemancar Bluetooth. Secara umum proses mendapatkan posisi pengguna yaitu:

- a. Pengguna mendapatkan kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh pemancar Bluetooth.
- b. Kekuatan sinyal tersebut diambil rata-ratanya.
- c. Memprediksi jarak antara pengguna dengan pemancar Bluetooth yang ada.
- d. Diambil 3 pemancar Bluetooth dengan jarak terdekat.
- e. Mengestimasi posisi pengguna dengan menggunakan nilai jarak dan posisi pemancar Bluetooth yang sudah diketahui dengan metode Trilateration.

Pseudocode Trilateration ditunjukkan pada Gambar 3.18. Pada *pseudocode* tersebut data yang menjadi akan diolah menjadi hasil adalah posisi pemancar Bluetooth dan jarak pemancar Bluetooth ke pengguna.

```

1. function Trilateration(dataAwal[][]):
2.
3.     //netralisir data jadi titik (0,0)
4.     for i<-0 to 2
5.         for j<-0 to 2
6.             if j = 1 or 2
7.                 start[i][j] <- dataAwal[i][j] - dataAwal[
0][j]
8.             else
9.                 start[i][j] <- dataAwal[i][j]
10.
11.     //masukkan nilai ke formula
12.     formulaA[0] <- (-2) * start[2][0]
13.     formulaA[1] <- (-2) * start[2][1]
14.     formulaA[2] <- 2 * (start[1][0] - start[2][0])
15.     formulaA[3] <- 2 * (start[1][1] - start[2][1])
16.     formulaB[0] <- (-
1 * start[2][0] * start[2][0]) - (start[2][1] * s
tart[2][1]) + (start[2][2] * start[2][2]) - start
[0][2] * start[0][2]
17.     formulaB[1] <- (start[1][0] * start[1][0]) - (start[
2][0] * start[2][0]) + (start[1][1] * start[1][1]
) - (start[2][1] * start[2][1]) + (start[2][2] *
start[2][2]) - (start[1][2] * start[1][2])
18.     //matrix A determinan
19.     detA[0][0] <- formulaA[3]
20.     detA[0][1] <- (-1) * formulaA[1]
21.     detA[1][0] <- (-1) * formulaA[2]
22.     detA[1][1] <- formulaA[0]
23.
24.     //determinan
25.     determinan <- 1/((formulaA[0] * formulaA[3]) - (form
ulaA[1] * formulaA[2]))
26.
27.     //inverse matrix A
28.     for i<-0 to 2

```

```

29.     for j<-0 to 2
30.         inverseA[i][j] = determinan * detA[i][j]
31.
32. //hasil xt dan yt
33. hasil[0] <- (inverseA[0][0] * formulaB[0]) + (invers
    eA[0][1] * formulaB[1]) + dataAwal[0][0]
34. hasil[1] <- (inverseA[1][0] * formulaB[1]) + (invers
    eA[1][1] * formulaB[1]) + dataAwal[0][1]
35.
36. return hasil

```

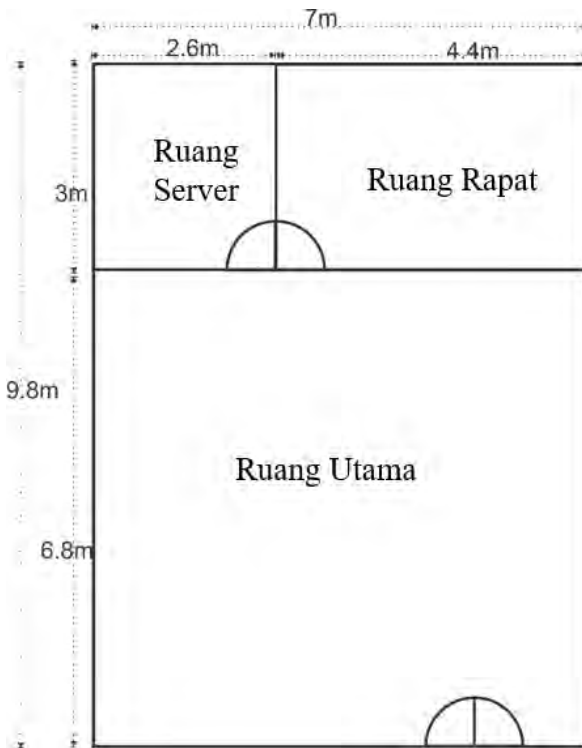
Gambar 3.18 Pseudocode Trilateration

3.2.4.3 Perancangan Peta Ruangan

Dalam menampilkan posisi pengguna ataupun *device* mempergunakan peta ruangan Laboratorium Algoritma dan Pemrograman. Oleh karena itu perlu ada pengukuran dan perancangan denah Laboratorium Algoritma dan Pemrograman. Pada bab ini membahas tentang denah Ruang Laboratorium Algoritma Pemrograman.

3.2.4.3.1 Denah Ruangan

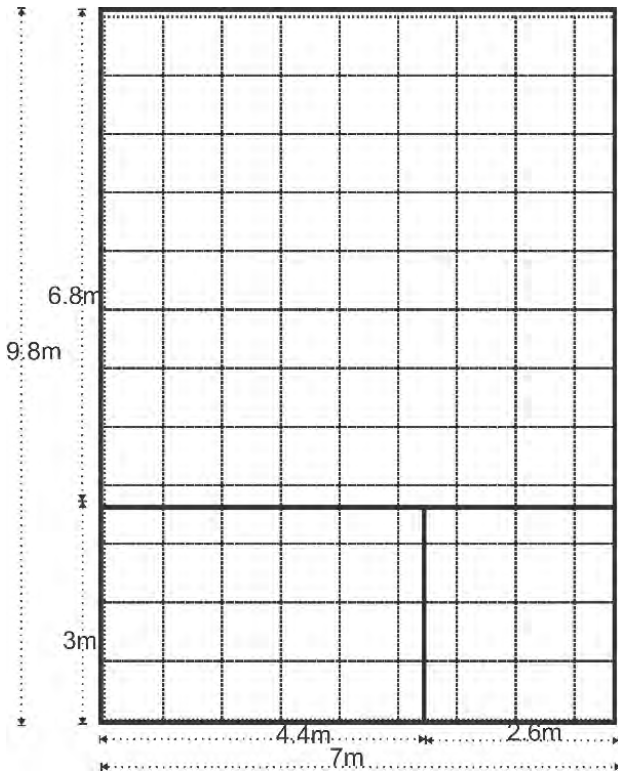
Ruangan Laboratorium Algoritma dan Pemrograman dibagi menjadi 3 ruangan yaitu ruang utama, ruang rapat dan ruang *server*. Ruang utama adalah ruang terbesar dan biasa digunakan untuk beraktivitas. Ruang utama berukuran $9,8 \text{ m} \times 7 \text{ m}$. Ruang rapat digunakan untuk rapat internal yang ukurannya terbesar kedua. Ruang rapat tersebut berukuran $4,4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$. Sedangkan ruang server berukuran paling kecil. Ruang server tersebut berukuran $3 \text{ m} \times 2,6 \text{ m}$. Pengukuran ruangan bertujuan untuk mempermudah pembuatan peta untuk dimasukkan ke dalam aplikasi. Denah ruang laboratorium Algoritma dan Pemrograman ditunjukkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Denah Ruangan

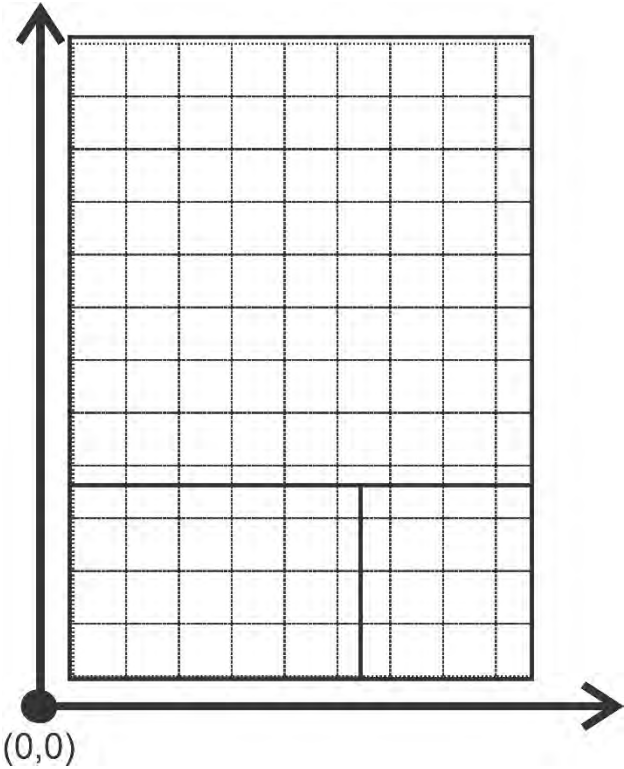
3.2.4.3.2 Peta Ruangan Pada Aplikasi

Penggambaran peta pada aplikasi menginduk kepada denah yang sudah diukur dan diketahui sebelumnya. Denah ruangan akan diberi kotak-kotak kecil berukuran 80 cm x 80 cm guna mempermudah pemberian koordinat karena peletakan posisi pada sistem ini mengacu pada titik x dan titik y. Denah yang telah ditambahkan kotak pembantu ditunjukkan pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Denah Tambahan

Setiap kotak tersebut mempresentasikan nilai di koordinat kartesius. Setiap menambah kotak maka menambah pula koordinatnya. Setelah memberi kotak pembantu, maka perlu untuk memberikan sumbu x dan y untuk lebih memperjelas peta. Pada sudut ruangan rapat dianggap sebagai titik $(0,0)$. Terdapat 8,5 area yang sejajar dengan sumbu x dan terdapat 12 area yang sejajar dengan sumbu y. Peta dengan tambahan sumbu x dan y ditunjukkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Denah dengan Sumbu x dan y

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB IV IMPLEMENTASI

Pada bab ini dijelaskan mengenai implementasi aplikasi *indoor localization*. Implementasi yang akan dijelaskan meliputi lingkungan implementasi baik dari sisi *hardware* maupun *software*, implementasi antarmuka, implementasi basis data dan bagian *server*, dan implementasi proses yang menunjang berjalannya sistem. Implementasi ini mengacu pada perancangan yang telah dijelaskan pada Bab 3. Akan tetapi, tidak menutup kemungkinan adanya perubahan dari rancangan apabila hal tersebut diperlukan.

4.1 Lingkungan Implementasi

Pada bagian ini dijelaskan mengenai perangkat yang digunakan pada proses implementasi aplikasi *indoor localization* yang meliputi lingkungan implementasi perangkat keras dan lingkungan implementasi perangkat lunak.

4.1.1 Lingkungan Implementasi Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan pada proses implementasi adalah komputer jinjing dan *smartphone*. Komputer jinjing yang digunakan memiliki spesifikasi prosesor Intel® Core™ i3-2328M @ 2.2 GHz, 500GB HDD, dan RAM 4 GB. Sedangkan perangkat *smartphone* yang digunakan adalah *smartphone* Sony Xperia M4 Aqua, yang memiliki spesifikasi memiliki sistem operasi Android v5.0 (Lollipop), RAM 2 GB, ROM 8 GB, Prosesor Quad Core 1.5 GHz Cortex – A53, Bluetooth v4.1, A2DP, WiFi 802.11 a/b/g/n, Wi-Fi *Direct*, DLNA, *Hotspot*.

4.1.2 Lingkungan Implementasi Perangkat Lunak

Ada beberapa perangkat lunak yang digunakan dalam proses implementasi aplikasi *indoor localization*, antara lain:

1. Microsoft Windows 10 sebagai sistem operasi komputer.

2. Android Studio 1.4.0 sebagai IDE untuk implementasi aplikasi.
3. PostgreSQL sebagai sistem manajemen basis data.
4. Power Designer 15.0 untuk merancang basis data.
5. StarUML 5.0.2.1570 untuk merancang diagram-diagram perencanaan perangkat lunak.
6. Sublime Text 3 untuk merancang *web service* yang menggunakan Codeigniter.

4.2 Implementasi Basis Data

Pada subbab ini membahas mengenai implementasi basis data, meliputi struktur basis data dan *query* terhadap basis data tersebut. Implementasi basis data ini mengacu ke perancangan basis data yang telah dirancang pada Bab 3. Implementasi menggunakan sintaks SQL untuk membuat tabel-tabel yang telah dirancang pada Bab 3.

4.2.1 Implementasi Tabel Data Pengguna (*user_data*)

Tabel Data Pengguna digunakan untuk menyimpan data pengguna. Data yang disimpan antara lain: *id user* adalah nomor unik tiap pengguna, *username* adalah nama yang digunakan untuk proses *login*, *password* adalah kata sandi untuk proses *login*, nama lengkap, nomor telepon, nama *device*, merek, dan tipe *device*. Implementasi tabel data pengguna (*user_data*) ditunjukkan pada Kode Sumber 4.1.

```
create table USER_DATA (
  ID_USER          INT4          not null,
  ID_POSITION      INT4          null,
  USERNAME         VARCHAR(20)   not null,
  PASSWORD         VARCHAR(50)   not null,
  NAMA LENGKAP     VARCHAR(50)   not null,
  NOMOR_TELP      VARCHAR(20)   not null,
  NAMA_DEVICE      VARCHAR(50)   null,
  MANUFACTURE_DEVICE VARCHAR(50) null,
```

```
MODEL_DEVICE    VARCHAR(50)    null,
constraint PK_USER_DATA primary key (ID_USER)
);
```

Kode Sumber 4.1 Implementasi Tabel Data Pengguna (*user_data*)

4.2.2 Implementasi Tabel Posisi Pengguna (*position*)

Tabel posisi pengguna digunakan untuk menyimpan data posisi pengguna yang diperoleh setelah menjalankan metode Trilateration. Data yang disimpan pada tabel ini antara lain: *id position* adalah nomor unik untuk menandakan posisi tiap *user*, koordinat x dan y, *mode online*, tanggal dan waktu. Implementasi tabel posisi pengguna ditunjukkan pada Kode Sumber 4.2.

```
create table "POSITION" (
  ID_POSITION    INT4          not null,
  ID_USER        INT4          null,
  XCOORD         FLOAT6        not null,
  YCOORD         FLOAT6        not null,
  ONLINE_MODE    VARCHAR(10)   null,
  DATE           DATE          not null,
  "TIME"         TIME          not null,
  constraint PK_POSITION primary key (ID_POSITION)
);
```

Kode Sumber 4.2 Implementasi Tabel Posisi Pengguna (*position*)

4.3 Implementasi Web Service

Pada subbab ini membahas mengenai implementasi *web service* yang telah dirancang pada Bab 3 meliputi bagian *controller* dan *model*. *Web service* yang diimplementasikan adalah *web service* untuk proses *login*, *register*, memperbarui posisi pengguna, mengambil *online device* dan mengambil detail informasi perangkat.

4.3.1 Implementasi Web Service Proses Login

Implementasi *web service* pada proses *login* ini memiliki dua bagian yaitu bagian *controller* dan *model*. Sedangkan untuk pengimplementasian *view* diterapkan pada bagian antarmuka aplikasi.

4.3.1.1 Implementasi Controller Proses Login

Pada kelas *controller* ini digunakan untuk menghubungkan antara antarmuka *login* dengan kelas *model*. Antarmuka *login* digunakan agar pengguna dapat mengetikkan *username* dan *password*. Kemudian *username* dan *password* tersebut masuk ke dalam *controller* yang kemudian dikirim ke *model* untuk dimasukkan ke dalam basis data. *Controller* ini juga mengembalikan nilai hasil fungsi yang dijalankan, apabila benar maka akan mengembalikan nilai kode 200, *id user*, *username*, dan *fullname* dan apabila salah akan mengembalikan nilai kode 404, *id user*, *username*, dan *fullname* yang dikirim dalam bentuk JSON. Implementasi *controller* ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.3.

```

1. public function do_login(){
2.     $username = $this->input->post('username');
3.     $pass = $this->input->post('password');
4.     if($username && $pass){
5.         $akun = $this->ceklogin-
>validate($username, $pass);
6.         if ($akun != -1) {
7.             $data = $this->ceklogin-
>getUserdata($username, $pass);
8.             $userdata = array('kode' => '200',
9.                 'username' => $username,
10.                'fullname' => $data->nama_lengkap,
11.                'iduser' => $data->id_user
12.            );
13.
14.            echo json_encode($userdata);
15.        }else{

```

```

16.         $userdata = array('kode' => '404',
17.             'username' => 'ERROR',
18.             'fullname' => 'ERROR',
19.             'iduser' => 'ERROR'
20.         );
21.         echo json_encode($userdata);
22.     }
23.
24. }else{
25.     $userdata = array('kode' => '404',
26.         'username' => 'ERROR',
27.         'fullname' => 'ERROR',
28.         'iduser' => 'ERROR'
29.     );
30.     echo json_encode($userdata);
31. }
32. }

```

Kode Sumber 4.3 Controller Proses Login

4.3.1.2 Implementasi Model Proses Login

Pada kelas *model* digunakan untuk memasukkan data yang dikirim dari *controller* untuk dimasukkan ke dalam basis data. Pada kelas *model* ini terdapat *query* yang berfungsi untuk memasukkan data tersebut. Ketika proses *select* selesai dilakukan, maka kelas *model* ini akan mengembalikan nilai -1 kepada *controller*, dan apabila gagal akan mengembalikan nilai 200. Implementasi kelas *model* proses *login* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.4.

```

1. function validate($username,$pass){
2.     $this->db->where('username', $username);
3.     $this->db->where('password', $pass);
4.     $this->db->select('*');
5.     $query = $this->db->get('user_data');
6.     if ($query->num_rows() != 1)
7.         return -1;
8.     else
9.         return 200;

```

```
10.    }
```

Kode Sumber 4.4 Model Proses Login

4.3.2 Implementasi Web Service Proses Registrasi

Implementasi *web service* pada proses registrasi ini memiliki dua bagian yaitu bagian *controller* dan *model*. Sedangkan untuk pengimplementasian *view* diterapkan pada bagian antarmuka aplikasi.

4.3.2.1 Implementasi Controller Proses Registrasi

Pada kelas *controller* ini digunakan untuk menghubungkan antara antarmuka *register* dengan kelas *model*. Antarmuka *register* digunakan agar pengguna dapat mengetikkan *username*, *password*, nama lengkap, dan nomor telepon. Kemudian data-data tersebut masuk ke dalam *controller* yang kemudian dikirim ke *model* untuk dimasukkan ke dalam basis data. *Controller* ini juga mengembalikan nilai hasil fungsi yang dijalankan, apabila benar maka akan mengembalikan nilai kode 200, *id user*, *username*, dan *fullname* dan apabila salah akan mengembalikan nilai kode 404, *id user*, *username*, dan *fullname* yang dikirim dalam bentuk JSON. Implementasi *controller* proses registrasi ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.5.

```
1. public function do_register(){
2.     $username = $this->input->post('username');
3.     $password = $this->input->post('password');
4.     $fullname = $this->input->post('fullname');
5.     $phone = $this->input->post('phone');
6.     $manufacture = $this->input->post('manufacture');
7.     $device = $this->input->post('device');
8.     $model = $this->input->post('model');
9.     $tanggal = $this->input->post('tanggal');
10.    $waktu = $this->input->post('waktu');
11.    $id_user = $this->Registermodel->ambilmaxid()+1;
```

```

12.     if ($this->Registermodel-
        >do_register($id_user, $username, $password, $full
        lname, $phone, $manufacture, $device, $model, $ta
        nggal, $waktu)) {
13.         $userdata = array('kode' => '200',
14.             'fullname' => $fullname,
15.             'username' => $username,
16.             'iduser' => $id_user
17.         );
18.         echo json_encode($userdata);
19.     } else{
20.         $userdata = array('kode' => '404',
21.             'fullname' => 'ERROR',
22.             'username' => 'ERROR',
23.             'iduser' => 'ERROR'
24.         );
25.         echo json_encode($userdata);
26.     }
27. }

```

Kode Sumber 4.5 Controller Proses Registrasi

4.3.2.2 Implementasi Model Proses Registrasi

Pada kelas *model* digunakan untuk memasukkan data yang dikirim dari *controller* untuk dimasukkan ke dalam basis data. Pada kelas *model* ini terdapat *query* yang berfungsi untuk memasukkan data tersebut. Ketika proses *insert* selesai dilakukan, maka kelas *model* ini akan mengembalikan nilai *true* kepada *controller*, dan apabila gagal akan mengembalikan nilai *false*. Implementasi kelas *model* proses registrasi ditunjukkan pada Kode Sumber 4.6.

```

1. public function do_register($id_user, $username, $pas
   sword, $fullname, $phone, $manufacture, $device, $mod
   el, $tanggal, $waktu){
2.     $data = array (
3.         'id_user' => $id_user,
4.         'username' => $username,
5.         'password' => $password,
6.         'nama_lengkap' => $fullname,
7.         'nomor_telp' => $phone,

```

```

8.         'nama_device' => $device,
9.         'manufacture_device' => $manufacture,
10.        'model_device' => $model,
11.    );
12.    $this->db->select_max('id_position');
13.    $query = $this->db->get('POSITION');
14.    $idpos = $query->row()->id_position+1;
15.    $datadua = array (
16.        'id_position' => $idpos,
17.        'id_user' => $id_user,
18.        'xcoor' => "0.0",
19.        'ycoor' => "0.0",
20.        'online_mode' => "OFFLINE",
21.        'date' => $tanggal,
22.        'TIME' => $waktu
23.    );
24.    if($this->db->insert('user_data', $data)){
25.        if($this->db->insert('POSITION', $datadua)){
26.            return true;
27.        }
28.        else{ return false;
29.        }
30.    }
31.    else{ return false;
32.    }
33. }

```

Kode Sumber 4.6 Model Proses Registrasi

4.3.3 Implementasi Web Service Proses Posisi Pengguna

Implementasi *web service* pada proses memperbarui posisi pengguna ini memiliki dua bagian yaitu bagian *controller* dan *model*. Sedangkan untuk pengimplementasian *view* diterapkan pada bagian antarmuka aplikasi.

4.3.3.1 Implementasi Controller Proses Posisi Pengguna

Pada kelas *controller* ini digunakan untuk menghubungkan antara antarmuka posisi pengguna dengan kelas *model*. Pada proses posisi pengguna didapatkan nilai koordinat pengguna saat ini.

Koordinat tersebut dikirim ke dalam *controller* yang kemudian dikirim ke *model* agar data yang dimaksud dapat diperbarui ke dalam tabel tujuan. *Controller* ini juga mengembalikan nilai hasil fungsi yang dijalankan, apabila benar maka akan mengembalikan nilai kode 200 dan apabila salah akan mengembalikan nilai kode 404 yang dikirim dalam bentuk JSON. Implementasi *controller* ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.7.

```

1. public function updateposition(){
2.     $id_user = $this->input->post('id_user');
3.     $xcoor = $this->input->post('xcoor');
4.     $ycoor = $this->input->post('ycoor');
5.     $onlinemode = "ONLINE";
6.     $tanggal = $this->input->post('tanggal');
7.     $waktu = $this->input->post('waktu');
8.
9.     if ($this->Positionmodel-
       >updateposition($id_user, $xcoor, $ycoor, $online
       mode, $tanggal, $waktu)) {
10.         $userdata = array('kode' => '200'
11.                             );
12.         echo json_encode($userdata);
13.     } else{
14.         $userdata = array('kode' => '404'
15.                             );
16.         echo json_encode($userdata);
17.     }
18. }

```

Kode Sumber 4.7 *Controller* Proses Posisi Pengguna

4.3.3.2 Implementasi *Model* Proses Posisi Pengguna

Pada kelas *model* digunakan untuk memasukkan data yang dikirim dari *controller* untuk dimasukkan ke dalam basis data. Pada kelas *model* ini terdapat *query* yang berfungsi untuk memasukkan data tersebut. Ketika proses *update* selesai dilakukan, maka kelas *model* ini akan mengembalikan nilai *true* kepada *controller*, dan

apabila gagal akan mengembalikan nilai *false*. Implementasi kelas *model* proses posisi pengguna ditunjukkan pada Kode Sumber 4.8.

```

1. public function updateposition($id_user, $xcoor, $yco
   or, $onlinemode, $tanggal, $waktu){
2.     $data = array (
3.         'id_user' => $id_user,
4.         'xcoor' => $xcoor,
5.         'ycoor' => $ycoor,
6.         'online_mode' => $onlinemode,
7.         'date' => $tanggal,
8.         'TIME' => $waktu
9.     );
10.    $this->db->where('id_user', $id_user);
11.    if($this->db->update('POSITION', $data)){
12.        return true;
13.    }
14.    else{
15.        return false;
16.    }
17.    }

```

Kode Sumber 4.8 Model Proses Posisi Pengguna

4.3.4 Implementasi Web Service Proses Online Device

Implementasi *web service* pada proses memperbarui posisi pengguna ini memiliki dua bagian yaitu bagian *controller* dan *model*. Sedangkan untuk pengimplementasian *view* diterapkan pada bagian antarmuka aplikasi.

4.3.4.1 Implementasi Controller Proses Online Device

Pada kelas *controller* ini digunakan untuk menghubungkan antara antarmuka posisi pengguna dengan kelas *model*. *Controller* ini mengirim data mengenai koordinat perangkat yang sedang terhubung ke sistem dengan tipe data JSON ke antarmuka aplikasi agar selanjutnya koordinat-koordinat tersebut dapat ditampilkan ke pengguna. Implementasi *controller* ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.9.

```

1. public function getOnlineDev(){
2.     $query = $this->Positionmodel->onlineDev();
3.     echo json_encode($query);
4. }

```

Kode Sumber 4.9 Controller Proses Online Device

4.3.4.2 Implementasi Model Proses Online Device

Pada kelas *model* digunakan untuk mengambil data perangkat yang sedang terhubung ke sistem dimana data tersebut kemudian dikirim ke *controller* kembali. Pada kelas *model* ini terdapat *query* yang berfungsi untuk memilih data perangkat yang sedang *online*. Ketika proses *select* selesai dilakukan, maka kelas *model* ini akan mengembalikan nilai hasil operasi *select* yang sudah dilakukan. Implementasi kelas *model* proses *online device* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.10.

```

1. public function onlineDev(){
2.     $this->db->select('xcoor');
3.     $this->db->select('ycoor');
4.     $this->db->from('user_data as userbl');
5.     $this->db-
        >join('POSITION as pos', 'userbl.id_user = pos.id
            _user');
6.     $this->db->where('pos.online_mode', "ONLINE");
7.     $query = $this->db->get();
8.     return $query->result();
9. }

```

Kode Sumber 4.10 Model Proses Online Device

4.3.5 Implementasi Web Service Detail Perangkat

Implementasi *web service* pada proses mengambil data detail perangkat ini memiliki dua bagian yaitu bagian *controller* dan *model*. Sedangkan untuk pengimplementasian *view* diterapkan pada bagian antarmuka aplikasi.

4.3.5.1 Implementasi *Controller* Detail Perangkat

Pada kelas *controller* ini digunakan untuk menghubungkan antara antarmuka list informasi dengan kelas *model*. *Controller* ini mengirim data mengenai detail perangkat yang sedang terhubung ke sistem dengan tipe data JSON ke antarmuka aplikasi agar selanjutnya data-data tersebut dapat ditampilkan ke pengguna. Implementasi *controller* ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.11.

```
1. public function getListDev(){
2.     $query = $this->Positionmodel->listDev();
3.     echo json_encode($query);
4. }
```

Kode Sumber 4.11 *Controller* Detail Perangkat

4.3.5.2 Implementasi *Model* Detail Perangkat

Pada kelas *model* ini digunakan untuk mengambil data perangkat yang sedang terhubung ke sistem dimana data tersebut kemudian dikirim ke *controller* kembali. Pada kelas *model* ini terdapat *query* yang berfungsi untuk memilih data perangkat yang sedang *online*. Ketika proses *select* selesai dilakukan, maka kelas *model* ini akan mengembalikan nilai hasil operasi *select* yang sudah dilakukan. Implementasi kelas *model* proses detail perangkat ditunjukkan pada Kode Sumber 4.12.

```
1. public function listDev(){
2.     $this->db->select('*');
3.     $this->db->from('user_data as userbl');
4.     $this->db->join('POSITION as pos', 'userbl.id_user = pos.id_user');
5.     $this->db->where('pos.online_mode', "ONLINE");
6.     $query = $this->db->get();
7.     return $query->result();
}
```

```
8. }
```

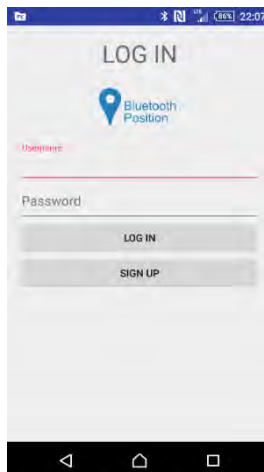
Kode Sumber 4.12 Model Detail Perangkat

4.4 Implementasi Antarmuka

Pada subbab ini membahas mengenai implementasi antarmuka yang telah dirancang pada Bab 3. Antarmuka yang dirancang adalah antarmuka pada pihak *client*, di perangkat bergerak berbasis Android.

4.4.1 Antarmuka Halaman Login

Halaman *Login* ditujukan kepada pengguna yang belum *sign in* dengan memasukkan *username* dan *password*. Pada halaman ini juga terdapat tombol *sign up* untuk mengarahkan pengguna ke halaman *register* agar pengguna dapat mendaftarkan dirinya apabila sebelumnya belum pernah mendaftar pada aplikasi. Pada *textbox* untuk memasukkan password pengguna, tulisan akan disamarkan menjadi hanya titik-titik. Akan tetapi *textbox* untuk memasukkan *username*, tulisan tetap ditampilkan tanpa disamarkan. Implementasi halaman *login* ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Implementasi Antarmuka *Login*

4.4.2 Antarmuka Halaman *Register*

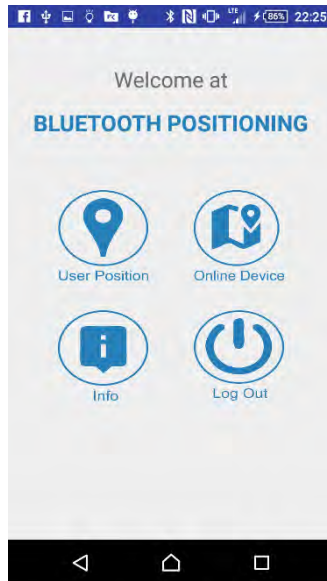
Halaman *register* ditujukan kepada pengguna yang belum mendaftar. Halaman ini muncul ketika pengguna menekan tombol *sign up* pada halaman *login*. Pengguna mengisi data diri pada formulir seperti *username*, *password*, nama dan nomor telepon dan setelah itu menekan tombol *submit*, untuk selanjutnya data tersebut akan masuk ke basis data sistem. *Textbox* pada *username* dan *fullname*, tulisan yang dimasukkan akan ditampilkan tanpa disamarkan. Akan tetapi, pada *textbox password* tulisan yang dimasukkan akan disamarkan. Sedangkan pada *phone number*, hanya nomor yang dapat dimasukkan. Implementasi halaman *register* ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Gambar 4.2 Implementasi Antarmuka *Register*

4.4.3 Antarmuka Halaman Menu Utama

Halaman menu utama digunakan untuk menampilkan fitur-fitur yang ada pada aplikasi *indoor localization*. Halaman ini muncul setelah pengguna melakukan proses *login* atau proses registrasi. Menu utama ini terdiri dari empat tombol menu, yaitu *user position*, *online device*, *info* dan *log out*. Tombol tersebut

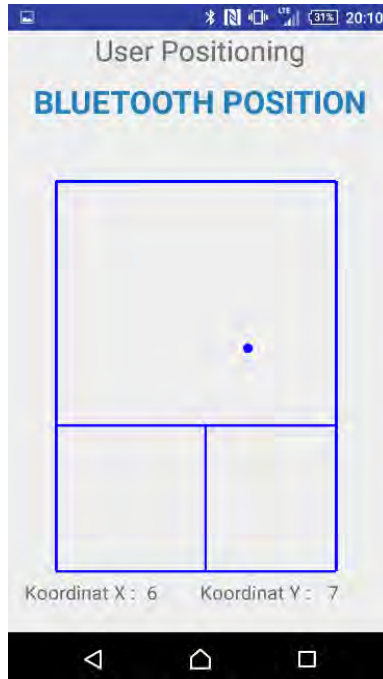
diberi gambar agar mudah untuk mengartikannya. Pada halaman ini juga terdapat judul halaman dan nama aplikasi. Implementasi halaman menu utama ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Implementasi Antarmuka Menu Utama

4.4.4 Antarmuka Halaman Posisi Pengguna

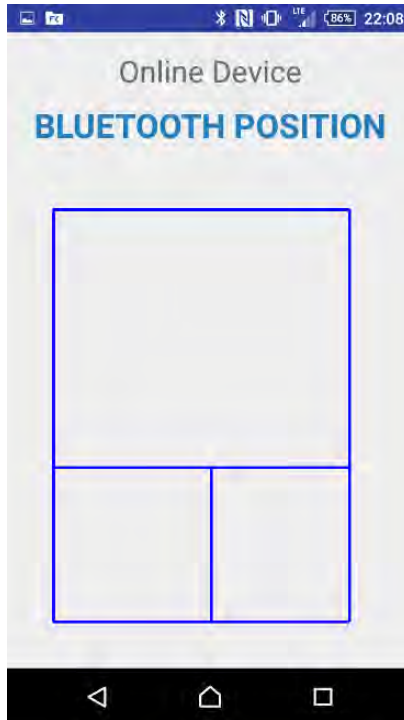
Halaman posisi pengguna adalah halaman yang digunakan oleh pengguna agar dapat menemukan lokasinya pada suatu ruangan. Informasi yang ditampilkan adalah peta dan juga *marker* posisi. Selain itu, pada halaman ini juga akan menampilkan koordinat posisi pengguna tersebut. Peta pada halaman ini digambar menggunakan piksel. Jadi, akan berbeda antara *device* satu dengan yang lainnya apabila resolusi antar *device* tersebut berbeda. Halaman posisi pengguna ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Implementasi Antarmuka Posisi Pengguna

4.4.5 Antarmuka Halaman *Online Device*

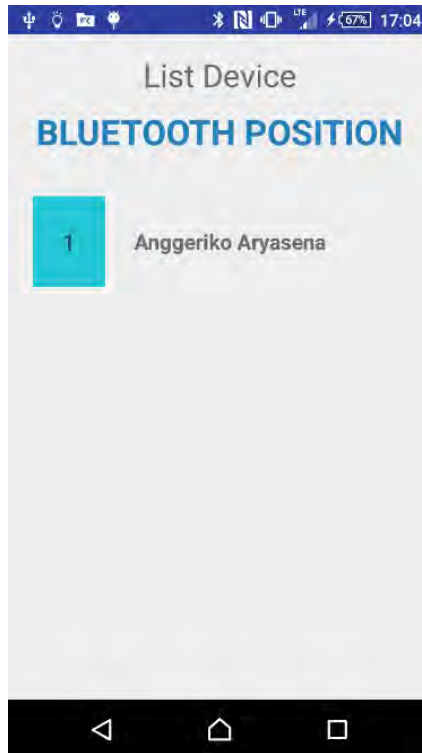
Halaman *online device* ini adalah halaman untuk melihat posisi perangkat lain yang sedang terhubung ke sistem atau yang sedang *online*. Informasi yang ditampilkan adalah peta beserta *marker* posisi perangkat tersebut. Apabila tidak ada *device* yang sedang *online* maka tidak akan muncul *marker* pada peta tersebut. Pada halaman ini juga terdapat judul halaman dan nama aplikasi di sisi atas halaman. Hal tersebut digunakan agar pengguna mudah untuk mengenali fitur ini. Halaman *online device* ini ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Implementasi Antarmuka *Online Device*

4.4.6 Antarmuka Halaman *List Informasi*

Halaman *list* informasi ini adalah halaman untuk melihat *list* perangkat yang sedang terhubung ke sistem atau yang sedang *online*. Informasi yang ditampilkan adalah nama pengguna dan *id* pengguna tersebut. Apabila salah satu *list* tersebut dipilih maka akan pindah ke halaman detail informasi yang akan menampilkan detail informasi perangkat dan pengguna. Halaman *list* informasi ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Implementasi Antarmuka *List* Informasi

4.4.7 Antarmuka Halaman Detail Informasi

Halaman detail informasi ini adalah halaman untuk menampilkan detail informasi perangkat yang dipilih pada halaman *list* informasi. Informasi yang ditampilkan adalah nama pengguna, nomor telepon, merek dan tipe perangkat, serta koordinat x dan y perangkat tersebut. Informasi tersebut hanya ditampilkan tanpa bisa diubah langsung pada halaman tersebut. Halaman detail informasi ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Implementasi Antarmuka Detail Informasi

4.5 Implementasi Proses Sistem Aplikasi *Indoor Localization*

Pada subbab ini akan membahas mengenai implementasi proses yang mendukung berjalannya sistem meliputi pengumpulan variabel pendukung, metode Trilateration dan peta ruangan.

4.5.1 Implementasi Pengumpulan Variabel Pendukung

Pada metode Trilateration harus terdapat jarak agar posisi pengguna dapat diketahui. Jarak dapat diprediksi dengan Persamaan 2.1. Pada persamaan tersebut terdapat variabel-variabel pendukung yang digunakan agar jarak dapat diperoleh seperti

RSSI, A dan n . Pada implementasi ini akan dicari nilai dari variabel A dan n dengan skenario yang sudah dijelaskan pada tahap perancangan. Implementasi tersebut menggunakan Kode Sumber 4.13 untuk memperoleh kekuatan sinyalnya. Tiap perangkat memiliki MAC (*Media Access Control*) *address* yang berbeda-beda, apabila cocok dengan program, maka akan muncul kekuatan sinyalnya dan kemudian akan dihitung menggunakan Microsoft Excel untuk mencari nilai A dan n . Data yang diperoleh ditunjukkan pada Lampiran B.

```

1. public void onReceive(Context context, Intent intent
    ) {
2.     String action = intent.getAction();
3.
4.     if (BluetoothDevice.ACTION_FOUND.equals(action))
        {
5.         BluetoothDevice device = (BluetoothDevice) i
            ntent.getParcelableExtra(BluetoothDevice.EXTRA_DEVI
                CE);
6.         double rssi = intent.getShortExtra(Bluetooth
            Device.EXTRA_RSSI, Short.MIN_VALUE);
7.         msg = device.getName()+ " "+ device.getAddre
            ss() + " " + rssi + " dB";
8.         if(String.valueOf(device.getAddress()).match
            es("98:D3:32:10:4F:1A")){
9.             Log.d("Ini strength", msg);
10.        }
11.    }
12. }

```

Kode Sumber 4.13 Implementasi Pengumpulan Variabel Pendukung

4.5.2 Implementasi Metode Trilateration

Metode Trilateration terdiri dari beberapa komponen agar metode tersebut dapat dijalankan. Komponen tersebut adalah jarak antara pemancar Bluetooth dengan pengguna dan juga posisi koordinat dari pemancar Bluetooth yang ada.

Jarak ditentukan oleh beberapa variabel, yaitu *RSSI*, *A*, dan *n*. Ketiga variabel tersebut kemudian dihitung dengan rumus yang terdapat pada Persamaan 2.1. Implementasi perhitungan jarak tersebut ditunjukkan pada Kode Sumber 4.14.

```

1. for (int i = 0; i<4; i++){
2.     Double var_A = dataTransmitter[i][2];
3.     Double var_n = dataTransmitter[i][3];
4.     Double exponent1 = ((sumRSSI[i]/8)-var_A)/(-
        10*var_n);
5.     distance[i] = Math.pow(10, exponent1);
6. }

```

Kode Sumber 4.14 Implementasi Jarak

Pada kode sumber 4.14 tersebut, mengambil jarak dengan pemancar Bluetooth dilakukan sebanyak 4 kali karena terdapat pemancar Bluetooth sebanyak 4 buah. Jumlah 8 *RSSI* yang diterima diambil rata-ratanya dan kemudian dikurangi dengan nilai *A* yang terdapat pada *dataTransmitter[2]*. Hasil dari pengurangan tersebut kemudian dibagi dengan -10 dikali dengan *dataTransmitter[3]* yang berisi nilai *n*. Setelah proses pembagian tersebut selesai, maka dapat diprediksi jarak antara pemancar Bluetooth dengan pengguna dengan cara mengangkat 10 dengan hasil pembagian sebelumnya.

Setelah jarak didapat, maka langkah selanjutnya adalah menghitung jarak tersebut dengan koordinat posisi pemancar Bluetooth yang ada. Perhitungan tersebut dapat dilakukan dengan persamaan 2.6. Untuk implementasi perhitungan posisi pengguna ditunjukkan pada Kode Sumber A.1 di halaman Lampiran A.

4.5.3 Implementasi Peta Ruang

Metode Trilateration menghasilkan koordinat *x* dan *y* pada sebuah ruangan dengan konsep 2 dimensi. Koordinat tersebut kemudian ditampilkan dalam sebuah peta dan sebuah *marker* untuk menunjukkan posisinya agar mudah dibaca oleh pengguna. Fungsi

drawLine adalah fungsi untuk menggambar garis yang nantinya akan menjadi peta. Sedangkan *drawCircle* adalah fungsi untuk menggambar titik yang difungsikan menjadi *marker* atau penanda lokasi. Implementasi peta ruangan ditunjukkan pada Kode Sumber 4.20.

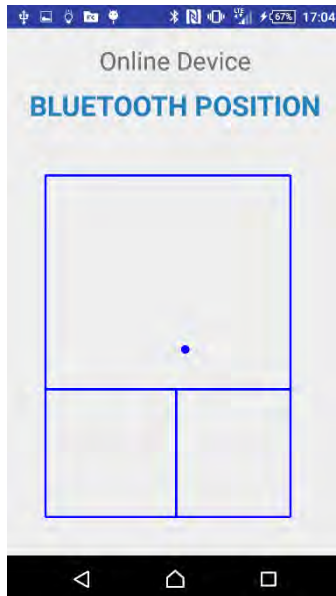
```

1.  public void onDraw(Canvas canvas){
2.      canvasTmp = canvas;
3.      canvas.drawLine(50, 50, 50, 785, paint);
4.      canvas.drawLine(50, 50, 575, 50, paint);
5.      canvas.drawLine(50, 785, 575, 785, paint);
6.      canvas.drawLine(575, 50, 575, 785, paint);
7.
8.      canvas.drawLine(50, 510, 575, 510, paint);
9.      canvas.drawLine(330, 510, 330, 785, paint);
10.
11.     paint.setColor(Color.BLUE);
12.     if (flag == 1){
13.         canvas.drawCircle(koorx, koory, 9, paint);
14.     }
15.     if (flag == 2){
16.         for (int i = 0; i< repeat; i++){
17.             canvas.drawCircle(datacetak[i][1], data
18.                 cetak[i][2], 9, paint);
19.         }
20.     }

```

Kode Sumber 4.15 Implementasi Peta Ruangan

Implementasi Kode Sumber 4.15 tersebut akan menampilkan gambar pada aplikasi yang ditunjukkan pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8 Implementasi
Peta Ruangan**

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB V

PENGUJIAN DAN EVALUASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dan evaluasi terhadap perangkat lunak pada Tugas Akhir ini. Pengujian aplikasi meliputi pengujian fungsionalitas aplikasi yang telah dirancang dan juga pengujian akurasi terhadap posisi pengguna.

5.1 Lingkungan Pengujian

Lingkungan pengujian adalah perangkat keras yang dilakukan untuk menguji aplikasi *indoor localization*. Lingkungan pengujian ini menggunakan perangkat keras berbasis Android dengan memiliki akses internet dan juga memiliki fasilitas Bluetooth v4.0 atau diatasnya.

Tabel 5.1 Spesifikasi Lingkungan Pengujian Perangkat Lunak

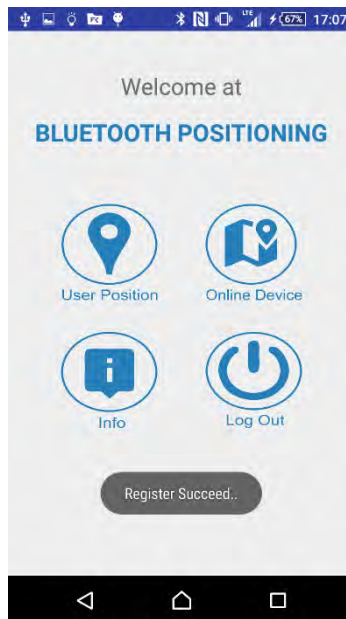
Nama <i>Smartphone</i>	Sony Xperia M4 Aqua
Sistem Operasi	Android v5.0 (Lollipop)
Processor	Quad-core 1,5 GHz Cortex A-53
RAM	2 GB
Bluetooth	v4.1, A2DP
Network Speed	HSPA 42,2/5,76 Mbps, LTE Cat4 150/50 Mbps

5.2 Pengujian Fungsionalitas

Subbab ini menjelaskan mengenai hasil pengujian fungsionalitas aplikasi pada Tugas Akhir ini. Pengujian didokumentasikan secara sistematis sebagai tolok ukur keberhasilan sistem. Validasi pengujian ini ditentukan dengan informasi yang disimpan pada sistem basis data dan juga yang ditampilkan pada aplikasi.

5.2.1 Pengujian Mendaftarkan Pengguna

Pengujian mendaftarkan pengguna adalah pengujian apakah pengguna dapat mendaftar, memiliki akun dan dapat masuk ke dalam sistem guna menggunakan fitur yang disediakan. Data yang dimasukkan oleh pengguna akan dimasukkan ke dalam basis data PostgreSQL. Kemudian data tersebut digunakan untuk pengguna *sign in* dan juga untuk fitur-fitur lainnya. Skenario pengujian mendaftarkan pengguna terdapat pada Tabel 5.2 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Pengujian Mendaftarkan Pengguna

Tabel 5.2 Skenario Pengujian Mendaftarkan Pengguna

Nomor	UT-01
Nama	Mendaftarkan Pengguna
Use Case	UC-01

Tujuan	Pengguna memiliki akun dan dapat masuk ke dalam sistem
Kondisi Awal	Pengguna belum memiliki akun dan tidak bisa masuk ke sistem
Skenario	Pengguna memilih opsi <i>sign up</i>
Masukan	Pengguna memasukkan data diri pengguna
Keluaran yang Diharapkan	Pengguna memiliki akun dan dapat masuk ke dalam sistem
Keberhasilan	Berhasil

5.2.2 Pengujian Menampilkan Posisi Pengguna

Pengujian menampilkan posisi pengguna adalah pengujian untuk menampilkan posisi pengguna di dalam ruangan Laboratorium Algoritma dan Pemrograman. Posisi tersebut diperoleh dari kekuatan sinyal yang dipancarkan lalu dihitung dengan metode Trilateration. Posisi yang berupa titik koordinat yang diwakili dengan titik (*marker*) ditampilkan pada peta ruangan Algoritma dan Pemrograman yang telah dirancang dan diimplementasikan sebelumnya. Skenario pengujian posisi pengguna terdapat pada Tabel 5.3 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.2.

Tabel 5.3 Skenario Pengujian Menampilkan Posisi Pengguna

Nomor	UT-02
Nama	Menampilkan Posisi Pengguna
Use Case	UC-02
Tujuan	Melihat posisi pengguna dalam ruangan
Kondisi Awal	Posisi belum ditentukan dan belum ditampilkan
Skenario	Pengguna memilih fitur <i>user position</i>
Masukan	-

Keluaran Diharapkan Keberhasilan	yang	Tampil posisi pengguna pada sebuah peta ruangan Berhasil
---	-------------	---



Gambar 5.2 Pengujian Menampilkan Posisi Pengguna

5.2.3 Pengujian Menampilkan Informasi Perangkat

Pengujian ini adalah pengujian untuk menampilkan detail informasi perangkat yang sedang terhubung ke sistem atau yang sedang *online*. Pada saat fitur info dibuka, maka akan tersedia beberapa *list* perangkat yang sedang *online*. Pengguna memilih salah satu perangkat dari *list* tersebut dan kemudian akan muncul detail informasi dari perangkat tersebut meliputi nama pemilik, nomor telepon, merek dan tipe perangkat. Skenario pengujian menampilkan informasi perangkat ditunjukkan pada Tabel 5.4 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.4.

Tabel 5.4 Skenario Pengujian Menampilkan Informasi Perangkat

Nomor	UT-03
Nama	Menampilkan Informasi Perangkat
Use Case	UC-03
Tujuan	Melihat detail informasi tentang perangkat
Kondisi Awal	Informasi perangkat belum ditampilkan
Skenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pilih fitur info 2. Pilih salah satu perangkat pada list tersebut
Masukan	-
Keluaran yang Diharapkan	Detail info perangkat ditampilkan
Keberhasilan	Berhasil

**Gambar 5.3 Menampilkan *List* Perangkat**



Gambar 5.4 Pengujian Menampilkan Info Perangkat

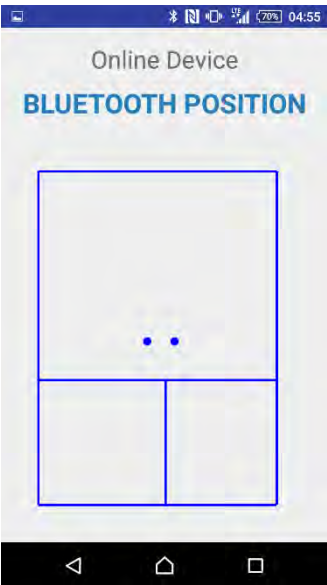
5.2.4 Pengujian Menampilkan Posisi *Smart Device*

Pengujian ini adalah pengujian untuk menampilkan posisi *smart device* yang sedang *online* di dalam ruangan Algoritma dan Pemrograman. Posisi tersebut diwakilkan oleh titik (*marker*) yang ada pada peta ruangan. Posisi tersebut diambil dari basis data berupa titik-titik posisi koordinat dan kemudian ditampilkan berupa titik dalam peta. Skenario pengujian menampilkan informasi perangkat ditunjukkan pada Tabel 5.5 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.5.

Tabel 5.5 Skenario Pengujian Menampilkan Posisi *Smart Device*

Nomor	UT-04
Nama	Menampilkan Posisi <i>Smart Device</i>
Use Case	UC-04
Tujuan	Menampilkan lokasi perangkat yang seadng terhubung ke dalam sistem

Kondisi Awal	Lokasi perangkat belum ditampilkan
Skenario	Pengguna memilih fitur <i>online device</i>
Masukan	-
Keluaran yang Diharapkan	Lokasi perangkat ditampilkan pada peta ruangan yang diwakili oleh titik
Keberhasilan	Berhasil



Gambar 5.5 Pengujian Menampilkan Posisi *Smart Device*

5.3 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi ini berfungsi untuk mengetahui akurasi posisi yang dihasilkan oleh sistem. Akurasi adalah kedekatan antara nilai yang diukur dengan nilai yang sebenarnya. Hasil dari pengujian ini adalah akurasi sistem yang dinyatakan dalam satuan meter.

5.3.1 Lingkungan Pengujian Akurasi

Lingkungan pengujian akurasi terdiri dari 2 hal, yaitu pemancar Bluetooth dan pengguna. Pada pemancar Bluetooth menggunakan 4 *smartphone* yang berfungsi untuk memancarkan sinyal Bluetooth, sedangkan *smartphone* pengguna berfungsi untuk menangkap sinyal Bluetooth dan menjalankan berbagai fungsionalitasnya. Dalam pengujian ini, *smartphone* pengguna harus sudah ter-*install* aplikasi *indoor localization* ini. Secara umum, spesifikasi minimal yang harus dimiliki *smartphone* tersebut adalah memiliki Bluetooth dengan versi 4.0, 4.1 atau di atasnya dan memiliki sistem operasi Android v4.0 (Ice Cream Sandwich). Perangkat *smartphone* yang akan digunakan pada pengguna dijelaskan pada Tabel 5.6 dan *smartphone* yang akan digunakan sebagai pemancar Bluetooth dijelaskan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.6 Perangkat *Smartphone* Pihak Pengguna

Nama <i>Smartphone</i>	Sony Xperia M4 Aqua
Sistem Operasi	Android v5.0 (Lollipop)
Processor	Quad-core 1,5 GHz Cortex A-53
RAM	2 GB
Bluetooth	v4.1, A2DP
Network Speed	HSPA 42,2/5,76 Mbps, LTE Cat4 150/50 Mbps

Tabel 5.7 Perangkat *Smartphone* Pihak Pemancar Bluetooth

Nama <i>Smartphone</i>	Sistem Operasi	Processor	RAM	Bluetooth	Network Speed
Samsung Galaxy Grand	Android v4.1 Jelly Bean	<i>Dual-core</i> 1,2 GHz Cortex-A9	1 GB	v4.0, A2DP, EDR, LE	HSPA 21,1/5,76 Mbps
Samsung Galaxy S4	Android v4.1	<i>Quad-core</i>	2 GB	v4.0, A2DP, EDR, LE	HSPA 42,2/5,76 Mbps

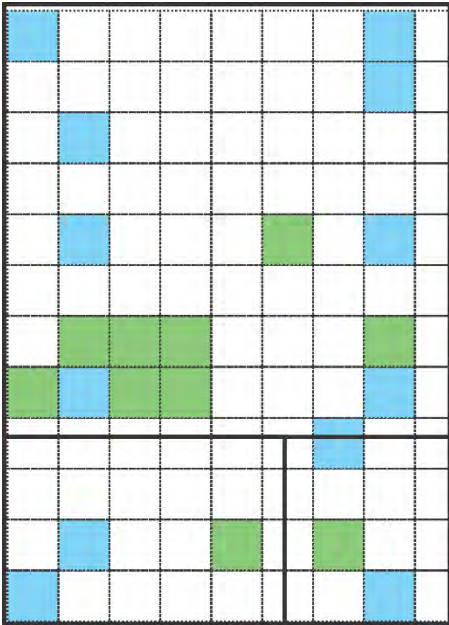
Nama Smartphone	Sistem Operasi	Processor	RAM	Bluetooth	Network Speed
	Jelly Bean	Cortex A-15			
Zenfone 4	Android v4.1 Jelly Bean	Dual-core 1,2 GHz Intel Atom Z2520	1 GB	v4.0, A2DP, EDR	HSPA 42,2/5,76 Mbps
Fonepad 8	Android v.4.4.2 KitKat	Quad-core 1,33 GHz Intel Atom Z3530	2 GB	v4.0, A2DP	HSPA 42,2/5,76 Mbps

5.3.2 Skenario Pengujian Akurasi

Pada bagian ini dijalankan beberapa skenario pengujian untuk mengetahui keakuratan pendeteksian posisi yang dihasilkan oleh aplikasi. Pengujian dilakukan dengan mengambil beberapa titik koordinat pada Laboratorium Algoritma dan Pemrograman dimana peta Laboratorium tersebut telah dibagi menjadi ukuran 80 cm x 80 cm yang ditunjukkan pada Gambar 5.6. Daerah yang memiliki warna hijau muda adalah sampel titik koordinat pengguna, sedangkan daerah yang berwarna biru muda adalah titik yang akan ditaruh beberapa pemancar Bluetooth pada beberapa skenario.

Pada gambar tersebut, ada 11 skenario pengujian. Skenario 1 sampai dengan 6 memiliki perbedaan pada letak titik koordinat pemancar Bluetooth, Skenario 7 sampai dengan 9 memiliki perbedaan pada jumlah pengambilan data, Skenario 10 menguji apabila benda saling berdekatan, dan skenario 11 menguji pada saat aktivitas pada ruangan ramai. Hal tersebut dilakukan guna mengetahui akurasi mana yang paling baik. Pada Skenario 1 sampai dengan 6, data sinyal Bluetooth yang akan diambil berjumlah 8. Pada Skenario 7 sampai dengan 9 menggunakan

koordinat pemancar Bluetooth yang sama dengan Skenario 6 akan tetapi jumlah data sinyal yang diambil berbeda. Skenario-skenario pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.8.



Gambar 5.6 Peta Titik Koordinat Pemancar Bluetooth dan *User*

Skenario	Titik Koordinat Perangkat (x,y)				Jumlah Pengambilan Data
	Samsung Galaxy Grand	Samsung Galaxy S4	Zenfone 4	Fonepad 8	
1	(8,11)	(7,4)	(2,2)	(2,10)	8
2	(2,2)	(2,10)	(8,11)	(7,4)	8
3	(7,4)	(8,11)	(2,10)	(2,2)	8
4	(2,10)	(2,2)	(7,4)	(8,11)	8
5	(1,12)	(1,1)	(8,1)	(8,12)	8

Skenario	Titik Koordinat Perangkat (x,y)				Jumlah Pengambilan Data
	Samsung Galaxy Grand	Samsung Galaxy S4	Zenfone 4	Fonepad 8	
6	(2,8)	(2,5)	(8,5)	(8,8)	8
7	(2,8)	(2,5)	(8,5)	(8,8)	4
8	(2,8)	(2,5)	(8,5)	(8,8)	6
9	(2,8)	(2,5)	(8,5)	(8,8)	10
10	(2,8)	(2,5)	(8,5)	(8,8)	8
11	(2,8)	(2,5)	(8,5)	(8,8)	8

5.3.3 Hasil Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi sistem dilakukan dengan mengambil rata-rata pada enam kali percobaan pada sampel titik koordinat yang terdapat pada Gambar 5.6. Pengujian ini dilakukan dengan *smartphone* Sony Xperia M4 Aqua. Hasil dari pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 5.9 sampai dengan 5.17.

Pada Tabel 5.9 sampai 5.19 tersebut, akurasi atau nilai error dihitung dengan menggunakan rumus Euclidian Distance yang dijelaskan pada Persamaan 5.1. Rumus tersebut digunakan untuk menghitung jarak terpendek antara dua titik koordinat. Sedangkan jarak *error* adalah pengalihan *error* dengan 0,8 yaitu ukuran per area pada peta Laboratorium Algoritma dan Pemrograman.

$$Error = \sqrt{(x_{est} - x_a)^2 + (y_{est} - y_a)^2} \quad (5.1)$$

Keterangan:

x_{est} dan y_{est} = Titik koordinat hasil perhitungan

x_a dan y_a = Titik koordinat seharusnya

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 1

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
1	(5,2)	(1,8)	7,21	5,77
		(1,8)	7,21	5,77
		(1,8)	7,21	5,77
		(1,8)	7,21	5,77
		(1,8)	7,21	5,77
		(1,8)	7,21	5,77
	(6,8)	(3,8)	3	2,4
		(4,7)	2,24	1,79
		(2,7)	4,12	3,29
		(3,7)	3,16	2,53
		(3,7)	3,16	2,53
		(4,7)	2,24	1,79
	(3,5)	(2,5)	1	0,8
		(2,5)	1	0,8
		(3,5)	0	0
		(3,5)	0	0
		(1,8)	3,61	2,89
		(3,5)	0	0
	(8,6)	(3,7)	5,09	4,08
		(2,8)	6,32	5,06
		(2,7)	6,08	4,87
		(3,8)	5,39	4,31
		(2,8)	6,32	5,06
		(2,8)	6,32	5,06
	(7,2)	(2,7)	7,07	5,66
		(2,7)	7,07	5,66
		(2,7)	7,07	5,66
		(2,7)	7,07	5,66
		(2,7)	7,07	5,66
		(3,7)	6,4	5,12
	Rata-rata			3,84

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 2

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a , y_a)	Titik Pengukuran (x_{est} , y_{est})	<i>Error</i>	Jarak <i>Error</i> (m)
2	(5,2)	(3,5)	3,61	2,88
		(2,8)	6,71	5,37
		(1,8)	7,21	5,77
		(1,9)	8,06	6,45
		(2,8)	6,71	5,37
		(2,8)	6,71	5,37
	(6,8)	(2,8)	4	3,2
		(2,8)	4	3,2
		(2,8)	4	3,2
		(6,5)	3	2,4
		(3,5)	4,24	3,39
		(2,8)	4	3,2
	(3,5)	(5,5)	2	1,6
		(5,5)	2	1,6
		(5,5)	2	1,6
		(5,5)	2	1,6
		(5,5)	2	1,6
		(5,5)	2	1,6
	(8,6)	(3,8)	5,39	4,31
		(6,7)	2,24	1,79
		(5,7)	3,16	2,53
		(6,7)	2,24	1,79
		(5,7)	3,16	2,53
		(5,7)	3,16	2,53
	(7,2)	(5,6)	4,47	3,58
		(3,5)	5	4
		(2,8)	7,81	6,25
		(3,7)	6,40	5,12
		(2,8)	7,81	6,25
		(3,7)	6,40	5,12
	Rata-rata			3,51

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 3

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
3	(5,2)	(5,7)	5	4
		(3,5)	3,61	2,88
		(5,7)	5	4
		(3,5)	3,61	2,88
		(2,7)	5,83	4,66
		(5,7)	5	4
	(6,8)	(2,8)	4	3,2
		(2,7)	4,12	3,3
		(2,8)	4	3,2
		(3,5)	4,24	3,4
		(3,5)	4,24	3,4
		(3,5)	4,24	3,4
	(3,5)	(2,5)	1	0,8
		(1,8)	3,61	2,88
		(2,5)	1	0,8
		(5,5)	2	1,6
		(2,5)	1	0,8
		(2,5)	1	0,8
	(8,6)	(6,7)	2,24	1,79
		(5,7)	3,16	2,53
		(5,7)	3,16	2,53
		(5,7)	3,16	2,53
		(6,7)	2,24	1,79
		(4,7)	4,12	3,3
	(7,2)	(6,6)	4,12	3,3
		(6,7)	5,1	4,08
		(4,6)	5	4
		(3,7)	6,4	5,12
		(5,7)	5,39	4,31
		(6,6)	4,12	3,3
	Rata-rata			2,95

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 4

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
4	(5,2)	(3,7)	5,39	4,31
		(2,8)	6,71	5,37
		(2,7)	5,83	4,66
		(2,7)	5,83	4,66
		(2,7)	5,83	4,66
		(2,8)	6,71	5,37
	(6,8)	(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
	(3,5)	(2,5)	1	0,8
		(3,5)	0	0
		(3,5)	0	0
		(2,7)	2,24	1,79
		(2,7)	2,24	1,79
		(3,5)	0	0
	(8,6)	(6,7)	2,24	1,79
		(6,7)	2,24	1,79
		(5,7)	3,16	2,53
		(6,7)	2,24	1,79
		(6,7)	2,24	1,79
		(6,7)	2,24	1,79
	(7,2)	(3,4)	4,47	3,58
		(3,5)	5	4
		(2,7)	7,07	5,66
		(3,5)	5	4
		(3,4)	4,47	3,58
		(3,5)	5	4
	Rata-rata			2,55

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 5

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
5	(5,2)	(4,6)	4,12	3,3
		(4,6)	4,12	3,3
		(4,6)	4,12	3,3
		(4,6)	4,12	3,3
		(4,6)	4,12	3,3
		(4,6)	4,12	3,3
	(6,8)	(5,7)	1,41	1,13
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,7)	1,41	1,13
		(4,7)	2,24	1,79
		(5,7)	1,41	1,13
		(4,6)	2,83	2,26
	(3,5)	(5,5)	2	1,6
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
	(8,6)	(4,6)	4	3,2
		(4,6)	4	3,2
		(4,6)	4	3,2
		(4,7)	4,12	3,3
		(5,7)	3,16	2,6
		(3,6)	5	4
	(7,2)	(5,6)	4,47	3,58
		(4,6)	5	4
		(4,5)	4,24	3,39
		(4,6)	5	4
		(4,5)	4,24	3,39
		(4,5)	4,24	3,39
	Rata-rata			2,58

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 6

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a , y_a)	Titik Pengukuran (x_{est} , y_{est})	<i>Error</i>	Jarak <i>Error</i> (m)
6	(5,2)	(4,4)	2,24	1,79
		(4,4)	2,24	1,79
		(4,4)	2,24	1,79
		(4,4)	2,24	1,79
		(4,5)	3,16	2,53
		(4,4)	2,24	1,79
		(4,4)	2,24	1,79
	(6,8)	(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,7)	1,41	1,13
		(5,6)	2,24	1,79
	(3,5)	(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,5)	1	0,8
		(4,5)	1	0,8
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
	(8,6)	(5,6)	3	2,4
		(5,6)	3	2,4
		(5,6)	3	2,4
		(4,5)	4,12	3,3
		(5,6)	3	2,4
		(5,7)	3,16	2,53
		(5,7)	3,16	2,53
	(7,2)	(5,6)	4,47	3,58
		(5,5)	3,61	2,88
		(5,6)	4,47	3,58
		(5,5)	3,61	2,88
		(4,3)	3,16	2,53
		(7,2)	0	0
		(7,2)	0	0
	Rata-rata			1,86

Tabel 5.15 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 7

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
7	(5,2)	(4,7)	5,1	4,08
		(4,5)	3,16	2,53
		(4,5)	3,16	2,53
		(4,5)	3,16	2,53
		(4,6)	4,12	3,30
		(5,4)	2	1,60
	(6,8)	(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,5)	3,16	2,53
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,5)	3,16	2,53
	(3,5)	(4,5)	1	0,80
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,5)	1	0,80
		(4,5)	1	0,80
		(4,5)	1	0,80
		(4,5)	1	0,80
	(8,6)	(5,6)	3	2,40
		(5,6)	3	2,40
		(5,6)	3	2,40
		(5,6)	3	2,40
		(5,6)	3	2,40
		(5,6)	3	2,40
	(7,2)	(5,5)	3,61	2,88
		(5,5)	3,61	2,88
		(6,1)	1,41	1,13
		(7,-2)	4	3,20
		(7,2)	0	0
		(4,0)	3,61	2,88
	Rata-rata			2,04

Tabel 5.16 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 8

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
8	(5,2)	(4,6)	4,12	3,30
		(4,6)	4,12	3,30
		(5,5)	3,00	2,40
		(4,6)	4,12	3,30
		(5,5)	3,00	2,40
		(5,5)	3,00	2,40
	(6,8)	(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(4,6)	2,83	2,26
		(5,7)	1,41	1,13
	(3,5)	(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
	(8,6)	(4,6)	4,00	3,20
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
	(7,2)	(5,3)	2,24	1,79
		(3,0)	4,47	3,58
		(8,3)	1,41	1,13
		(7,4)	2,00	1,60
		(10,-1)	4,24	3,39
		(7,3)	1,00	0,80
	Rata-rata			2,06

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 9

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
9	(5,2)	(4,5)	3,16	2,53
		(4,1)	1,41	1,13
		(4,3)	1,41	1,13
		(4,4)	2,24	1,79
		(4,0)	2,24	1,79
		(6,4)	2,24	1,79
	(6,8)	(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,6)	2,24	1,79
	(3,5)	(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,41	1,13
	(8,6)	(5,6)	3,00	2,40
		(4,6)	4,00	3,20
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,7)	3,16	2,53
		(5,8)	3,61	2,88
		(5,5)	3,16	2,53
	(7,2)	(6,5)	3,16	2,53
		(5,5)	3,61	2,88
		(5,5)	2,83	2,26
		(5,5)	3,61	2,88
		(5,5)	3,61	2,88
		(5,5)	3,61	2,88
	Rata-rata			1,99

Tabel 5.18 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 10

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a , y_a)	Titik Pengukuran (x_{est} , y_{est})	<i>Error</i>	Jarak Error (m)
10	(1,5)	(4,4)	3,16	2,53
		(4,5)	3,00	2,40
		(4,5)	3,00	2,40
		(4,5)	3,00	2,40
		(4,5)	3,00	2,40
		(4,5)	3,00	2,40
	(4,5)	(5,6)	1,41	1,13
		(4,6)	1,00	0,80
		(4,6)	1,00	0,80
		(4,6)	1,00	0,80
		(4,6)	1,00	0,80
		(5,6)	1,41	1,13
	(2,6)	(4,5)	2,24	1,79
		(4,5)	2,24	1,79
		(4,6)	2,00	1,60
		(4,6)	2,00	1,60
		(4,6)	2,00	1,60
		(4,5)	2,24	1,79
	(3,6)	(4,5)	1,41	1,13
		(3,5)	1,00	0,80
		(4,5)	1,41	1,13
		(4,5)	1,41	1,13
		(4,5)	1,41	1,13
		(4,5)	1,41	1,13
	(4,6)	(4,5)	1,00	0,80
		(4,4)	2,00	1,60
		(4,5)	1,00	0,80
		(4,5)	1,00	0,80
		(4,5)	1,00	0,80
		(4,5)	1,00	0,80
	Rata-rata			1,41

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Akurasi Skenario 11

Skenario	Titik Sesungguhnya (x_a, y_a)	Titik Pengukuran (x_{est}, y_{est})	Error	Jarak Error (m)
11	(5,2)	(4,4)	2,24	1,79
		(5,4)	2,00	1,60
		(5,5)	3,00	2,40
		(5,5)	3,00	2,40
		(5,4)	2,00	1,60
		(5,5)	3,00	2,40
	(6,8)	(5,7)	1,41	1,13
		(5,8)	1,00	0,80
		(5,8)	1,00	0,80
		(5,9)	1,41	1,13
		(5,8)	1,00	0,80
		(5,10)	2,24	1,79
	(3,5)	(5,5)	2,00	1,60
		(4,6)	1,41	1,13
		(5,5)	2,00	1,60
		(5,6)	2,24	1,79
		(5,5)	2,00	1,60
		(4,6)	1,41	1,13
	(8,6)	(4,6)	4,00	3,20
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
		(5,6)	3,00	2,40
	(7,2)	(5,5)	3,61	2,88
		(5,5)	4,47	3,58
		(4,6)	4,24	3,39
		(5,5)	4,47	3,58
		(5,4)	3,61	2,88
		(5,4)	4,47	3,58
	Rata-rata			2,09

Tabel 5.20 Hasil Rata-Rata Pengujian Skenario

Skenario	Hasil Error (meter)
1	3,84
2	3,51
3	2,95
4	2,55
5	2,58
6	1,86
7	2,04
8	2,06
9	1,99
10	1,41
11	2,09
Rata-rata	2,44

Secara keseluruhan, sistem *indoor localization* dengan menggunakan metode Trilateration dan menggunakan perangkat Bluetooth sebagai pemancar Bluetooth sinyalnya menghasilkan rata-rata akurasi 2,44 meter yang ditunjukkan pada Tabel 5.20. Hanya ada 2 titik koordinat yang dideteksi tepat sedangkan yang lainnya dideteksi tidak tepat.

5.4 Evaluasi Pengujian

Berdasarkan pengujian fungsionalitas dan akurasi sistem, pada subbab ini akan dijelaskan mengenai evaluasi terhadap pengujian yang telah dilakukan.

5.4.1 Evaluasi Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas yang telah dilakukan memberikan hasil yang sesuai dengan skenario yang telah direncanakan. Evaluasi terkait dengan pengujian fungsionalitas dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengujian mendaftarkan pengguna telah sesuai dengan yang diharapkan. Kondisi ini ditunjukkan pada pengujian

UT-01 yang memberikan informasi bahwa proses mendaftarkan pengguna telah berjalan sesuai yang diharapkan.

2. Pengujian menampilkan posisi pengguna telah sesuai dengan yang diharapkan. Kondisi ini ditunjukkan pada pengujian UT-02 yang memberikan informasi bahwa proses menampilkan posisi pengguna telah berjalan sesuai skenario yang telah dirancang.
3. Pengujian menampilkan informasi perangkat telah sesuai dengan yang diharapkan. Kondisi ini ditunjukkan pada pengujian UT-03 yang memberikan informasi bahwa proses menampilkan informasi perangkat telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan.
4. Pengujian menampilkan posisi *smart device* telah sesuai dengan yang diharapkan. Kondisi ini ditunjukkan pada pengujian UT-04 yang memberikan informasi bahwa proses menampilkan posisi *smart device* telah sesuai dengan yang diharapkan.

5.4.2 Evaluasi Pengujian Akurasi

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 5.9 sampai dengan 5.19, akurasi dari sistem *indoor localization* menggunakan metode Trilateration sekitar 2,44 meter. Ada beberapa hal yang dapat dianalisis dan dievaluasi, antara lain:

1. Koordinat yang dihasilkan tidak konsisten.
2. Rendahnya akurasi sistem.

Sistem ini bergantung dengan kekuatan sinyal Bluetooth dalam menghasilkan posisi koordinat. Pada poin pertama, koordinat yang dihasilkan tidak konsisten dikarenakan naik turun dan tidak konsistennya sinyal Bluetooth yang diterima. Hal tersebut mempengaruhi jarak antara pemancar Bluetooth dengan pengguna dimana jarak adalah komponen penting dalam metode Trilateration. Fluktuasi sinyal yang diterima pada sebuah koordinat ditunjukkan pada Tabel 5.21. Jarak yang dihasilkan akan berbeda apabila rata-rata sinyal yang diterima juga berbeda yang

ditunjukkan pada Tabel 5.22. Kedua tabel tersebut menunjukkan salah satu pengujian pada Skenario 1.

Tabel 5.21 Data Sinyal Diterima

Koordinat (x,y)	Perangkat	Sinyal ke- yang diterima (dBm)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
(6,8)	Fonepad 8	-90	-82	-70	-76	-74	-68	-78	-70
	Samsung S4	-74	-66	-66	-61	-60	-68	-66	-70
	Zenfone 4	-75	-79	-80	-85	-77	-82	-81	-76
	Samsung Grand	-79	-66	-68	-77	-77	-74	-74	-78
(6,8)	Fonepad 8	-74	-82	-76	-76	-76	-79	-79	-78
	Samsung S4	-70	-71	-63	-61	-71	-67	-61	-66
	Zenfone 4	-77	-75	-74	-83	-88	-85	-88	-81
	Samsung Grand	-77	-72	-71	-67	-72	-66	-91	-72

Tabel 5.22 Perhitungan Sinyal Diterima

Koordinat (x,y)	Perangkat	Rata-rata (dBm)	Jarak Pemancar Bluetooth dengan User (m)	Hasil Perhitungan (x,y)
(6,8)	Fonepad 8	-76	6,43	(3,8)
	Samsung S4	-66,375	2,24	
	Zenfone 4	-79,375	4,25	
	Samsung Grand	-74,125	2,06	
(6,8)	Fonepad 8	-77,5	7,61	(4,7)
	Samsung S4	-66,25	2,21	
	Zenfone 4	-81,375	5,38	
	Samsung Grand	-73,5	1,93	

Pada Tabel 5.21 dan 5.22 tersebut dapat diketahui bahwa fluktuasi kekuatan sinyal mempengaruhi hasil dari sistem *indoor localization* menggunakan metode Trilateration ini.

Komponen penting dari metode Trilateration adalah jarak dan posisi koordinat dari pemancar Bluetooth. Pada poin nomor dua tentang rendahnya akurasi sistem dikarenakan jarak yang dihasilkan kurang tepat, sehingga perhitungannya juga akan meleset. Pada Tabel 5.16 dan Tabel 5.17, titik koordinat (6,8) seharusnya mengambil akses yang terdekat pada *device* Samsung Grand yang terletak pada titik koordinat (8,11), Fonepad 8 yang terletak pada titik koordinat (2,10), dan Samsung Galaxy S4 yang terletak pada titik koordinat (7,4). Akan tetapi, karena prediksi jarak yang tidak tepat, maka sistem ini mengambil akses yang terdekat dari Samsung Galaxy Grand, Zenfone 4, dan Samsung Galaxy S4. Ketidaktepatan menghitung jarak tersebut dapat disebabkan oleh tidak konsistennya sinyal yang dipancarkan oleh masing-masing *device* dan juga lemahnya sinyal yang dipancarkan karena beberapa faktor, antara lain adalah adanya penghalang ataupun karena adanya pemantulan sinyal.

Faktor keramaian juga mempengaruhi hasil posisi. Faktor tersebut memungkinkan sinyal menjadi lemah karena faktor pemantulan atau menghalangi sinyal seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pada Skenario 11 yang dibuat sama seperti Skenario 6 tetapi memiliki perbedaan pada keramaian, jelas terlihat bahwa Skenario 11 memiliki akurasi yang lebih rendah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari hasil uji coba yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, yaitu Bab Pengujian dan Evaluasi. Bab ini juga digunakan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang dikemukakan pada Bab Pendahuluan. Selain kesimpulan, juga terdapat saran yang ditujukan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

Dalam proses pengerjaan Tugas Akhir dari tahap pendahuluan, kajian pustaka, analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem *indoor localization* ini, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Proses untuk memprediksi dan mengetahui posisi pengguna dilakukan dengan cara memproses sinyal Bluetooth dengan metode Trilateration.
2. Pengguna dapat mengetahui lokasi *smartphone* atau *smart device* lain dengan cara memanfaatkan fitur *online device*.
3. Akurasi pada sistem ini cukup rendah yaitu rata-rata 2,44 meter. Hasil paling baik diperoleh pada Skenario 10 yaitu 1,41 meter, dengan menempatkan pemancar Bluetooth saling berdekatan satu dengan lainnya dan objek benda saling berdekatan. Metode yang dipakai dinilai kurang dapat mengatasi fluktuasi dan tidak konsistennya sinyal Bluetooth.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan beberapa saran mengenai pengembangan lebih lanjut sistem *indoor localization* menggunakan Bluetooth.

1. Menerapkan metode *fingerprint* yang dimungkinkan dapat mengatasi fluktuasi dan tidak konsistennya sinyal Bluetooth.
2. Memadukan dengan teknologi WiFi *Indoor Positioning* agar cakupan area dapat lebih luas dengan tetap mempertahankan detail posisi pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bluetooth, “Bluetooth,” [Online]. Available: <https://www.bluetooth.com/>. [Diakses 9 Mei 2016].
- [2] Android, “Android Studio The Official IDE For Android,” [Online]. Available: <http://developer.android.com/sdk/index.html>. [Diakses 9 Mei 2016].
- [3] Android, “Android Studio Overview,” [Online]. Available: <http://developer.android.com/tools/studio/index.html>. [Diakses 9 Mei 2016].
- [4] P. G. D. Group, “PostgreSQL,” [Online]. Available: <http://www.postgresql.org/about/>. [Diakses 9 Mei 2016].
- [5] S. Steiniger, M. Neun dan A. Edwardes, “Foundation of Location Based Service,” *CartouCHE-Cartoography for Swiss Higher Education*, vol. 1.0, p. 2, 2008.
- [6] U.S. Air Force, “The Global Positioning System,” [Online]. Available: <http://www.gps.gov/systems/gps/>. [Diakses 12 Mei 2016].
- [7] SenionLab, “What is Indoor Positioning System,” [Online]. Available: <https://senionlab.com/indoor-positioning-system/>. [Diakses 12 Mei 2016].
- [8] S. Chan dan G. Sohn, “Indoor Localization Using Wi-Fi Based Fingerprinting And Trilateration Techniques For LBS Application,” *International Conference on 3D Geoinformation*, vol. XXXVIII, 2012.
- [9] M. E. Rida, F. Liu, Y. Jadi, A. A. A. Algawhari dan A. Askourih, “Indoor Location Position Based On Bluetooth Signal Strength,” *Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, pp. 769-773, 2015.
- [10] M. M. Zaniani, A. M. Shahar dan I. A. Azid, “Trilateration Target Estimation Improvement using New Error Correction

Algorithm,” *2010 18th Iranian Conference on Electrical Engineering*, pp. 489-494, 2010.

LAMPIRAN A KODE SUMBER

```
1. public Integer[] getPosition(Double[][] dataAwal){
2.
3.     for (int i = 0; i< 3; i++){
4.         for (int j = 0; j<3; j++){
5.             if (j == 0 || j == 1){
6.                 matrixStart[i][j] = dataAwal[i][j] - data
Awal[0][j];
7.             }
8.             else{
9.                 matrixStart[i][j] = dataAwal[i][j];
10.            }
11.        }
12.    }
13.
14.    formula[0] = -2*(matrixStart[2][0]);
15.    formula[1] = -2*(matrixStart[2][1]);
16.    formula[2] = 2*(matrixStart[1][0] - matrixStart[2][0]
);
17.    formula[3] = 2*(matrixStart[1][1] - matrixStart[2][1]
);
18.
19.    formulaB[0] = (-
20.        1*(Math.pow(matrixStart[2][0],2))) - (Math.pow(matrixStar
t[2][1],2)) +
21.        (Math.pow(matrixStart[2][2],2)) - (Math.pow(m
atrixStart[0][2],2));
22.    formulaB[1] = (Math.pow(matrixStart[1][0],2)) - (Math
23.        .pow(matrixStart[2][0],2)) + (Math.pow(matrixStart[1][1],
24.        2)) -
25.        (Math.pow(matrixStart[2][1],2)) + (Math.pow(m
atrixStart[2][2],2)) - (Math.pow(matrixStart[1][2],2));
26.
27.    int count=0;
28.    for (int i=0; i<2; i++){
29.        for (int j = 0; j<2; j++){
30.            matrixProcess[i][j] = formula[count];
31.            count++;
32.        }
33.    }
```

```

32.     variabelB[0] = formulaB[0];
33.     variabelB[1] = formulaB[1];
34.
35.     matDeterminan[0][0] = formula[3];
36.     matDeterminan[0][1] = -1 * formula[1];
37.     matDeterminan[1][0] = -1 * formula[2];
38.     matDeterminan[1][1] = formula[0];
39.
40.
41.     determinan = 1 / ((formula[0]*formula[3]) - (formula[1]*formula[2]));
42.
43.     for (int i=0; i<2; i++){
44.         for (int j = 0; j<2; j++){
45.             inverseA[i][j] = determinan * matDeterminan[i][j];
46.         }
47.     }
48.
49.     hasil[0] = (inverseA[0][0] * variabelB[0]) + (inverseA[0][1] * variabelB[1]) + dataAwal[0][0];
50.     hasil[1] = (inverseA[1][0] * variabelB[0]) + (inverseA[1][1] * variabelB[1]) + dataAwal[0][1];
51.
52.     Double res1 = new Double(hasil[0]);
53.     Double res2 = new Double(hasil[1]);
54.     hasilMaps[0] = res1.intValue();
55.     hasilMaps[1] = res2.intValue();
56.
57.     return hasilMaps;
58. }

```

Kode Sumber A.1 Metode Trilateration

LAMPIRAN B UJI VARIABEL

Tabel B.1 Uji Variabel *A Device Fonepad 8* Pada Ruang Utama

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-57	-54	-54	-53	-55
2	-55	-55	-56	-55	-56
3	-54	-55	-55	-56	-55
4	-56	-56	-54	-55	-55
5	-56	-60	-55	-54	-54
6	-56	-54	-56	-55	-53
7	-55	-56	-56	-54	-54
8	-54	-54	-56	-56	-56
9	-54	-54	-56	-54	-54
10	-55	-54	-54	-55	-59
11	-55	-56	-53	-56	-56
12	-56	-55	-54	-55	-57
13	-59	-55	-56	-56	-54
14	-54	-55	-56	-53	-53
15	-54	-55	-54	-53	-55
16	-55	-55	-56	-54	-55
17	-54	-54	-54	-59	-57
18	-55	-56	-57	-54	-55
19	-54	-55	-54	-54	-54
20	-57	-54	-57	-53	-56
RATA- RATA	-55.07				

Tabel B.2 Uji Variabel A Device Fonepad 8 Pada Ruang Rapat

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-60	-65	-63	-63	-62
2	-62	-66	-61	-65	-67
3	-64	-62	-64	-58	-62
4	-60	-61	-64	-66	-61
5	-66	-64	-65	-64	-62
6	-61	-60	-64	-64	-62
7	-60	-67	-65	-60	-61
8	-62	-63	-65	-61	-61
9	-65	-64	-61	-62	-60
10	-62	-61	-70	-62	-63
11	-62	-62	-61	-64	-62
12	-60	-63	-59	-63	-61
13	-63	-60	-60	-66	-63
14	-64	-63	-66	-63	-60
15	-63	-64	-72	-65	-60
16	-59	-62	-61	-61	-64
17	-60	-65	-62	-67	-62
18	-63	-65	-62	-63	-64
19	-63	-66	-63	-61	-62
20	-65	-66	-63	-66	-61
RATA- RATA	-62.88				

Tabel B.3 Uji Variabel A Device Fonepad 8 Pada Ruang Server

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-60	-55	-55	-58	-60
2	-70	-55	-58	-63	-60
3	-60	-60	-64	-59	-62
4	-55	-60	-64	-60	-58
5	-62	-61	-64	-66	-58
6	-54	-63	-58	-57	-63
7	-55	-60	-57	-54	-61
8	-64	-59	-64	-57	-60
9	-58	-60	-63	-59	-60
10	-57	-65	-57	-68	-61
11	-58	-58	-59	-58	-58
12	-64	-62	-61	-58	-64
13	-63	-62	-55	-60	-62
14	-61	-61	-57	-58	-58
15	-56	-62	-64	-56	-56
16	-61	-57	-60	-58	-61
17	-61	-62	-60	-54	-60
18	-58	-58	-63	-54	-65
19	-60	-61	-66	-59	-59
20	-60	-64	-61	-72	-60
RATA- RATA	-60.06				

Tabel B.4 Uji Variabel A Device Samsung S4 Pada Ruang Utama

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-52	-64	-55	-58	-66
2	-65	-63	-61	-58	-56
3	-62	-58	-59	-65	-55
4	-58	-60	-54	-62	-61
5	-61	-62	-66	-56	-56
6	-55	-61	-55	-53	-54
7	-63	-65	-61	-55	-61
8	-61	-62	-67	-59	-61
9	-66	-57	-56	-61	-61
10	-64	-62	-53	-59	-54
11	-59	-57	-61	-61	-56
12	-53	-52	-61	-56	-62
13	-55	-63	-53	-57	-61
14	-53	-57	-54	-61	-62
15	-54	-62	-54	-61	-54
16	-61	-55	-62	-62	-62
17	-61	-53	-61	-61	-62
18	-61	-62	-54	-56	-53
19	-58	-53	-53	-64	-66
20	-62	-60	-54	-55	-55
RATA-RATA	-58.84				

Tabel B.5 Uji Variabel A Device Samsung S4 Pada Ruang Rapat

	PERCOBAAN				
NILAI dBm	1	2	3	4	5
1	-54	-61	-56	-60	-60
2	-60	-53	-62	-57	-62
3	-62	-54	-55	-54	-56
4	-55	-54	-54	-60	-56
5	-60	-54	-53	-56	-53
6	-62	-53	-60	-54	-55
7	-53	-54	-56	-54	-55
8	-54	-54	-63	-58	-53
9	-52	-54	-56	-53	-54
10	-60	-53	-60	-58	-54
11	-59	-53	-61	-59	-53
12	-55	-57	-53	-55	-55
13	-56	-57	-53	-55	-59
14	-59	-54	-55	-60	-59
15	-54	-52	-58	-62	-53
16	-53	-53	-62	-57	-54
17	-63	-54	-54	-64	-57
18	-55	-53	-59	-56	-61
19	-61	-58	-62	-60	-53
20	-55	-53	-55	-53	-65
RATA-RATA	-56.49				

Tabel B.6 Uji Variabel A Device Samsung S4 Pada Ruang Server

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-58	-53	-58	-58	-54
2	-64	-59	-53	-58	-55
3	-58	-58	-57	-53	-59
4	-52	-55	-52	-60	-59
5	-57	-57	-64	-64	-62
6	-62	-64	-56	-63	-58
7	-52	-63	-58	-64	-54
8	-56	-57	-62	-63	-60
9	-63	-52	-58	-57	-60
10	-64	-56	-63	-58	-63
11	-67	-59	-52	-52	-59
12	-66	-64	-58	-58	-56
13	-53	-62	-65	-62	-58
14	-56	-57	-62	-58	-57
15	-54	-64	-57	-62	-53
16	-57	-58	-59	-53	-53
17	-59	-52	-57	-56	-54
18	-60	-57	-61	-58	-53
19	-55	-57	-62	-53	-57
20	-63	-60	-58	-62	-59
RATA-RATA	-58.27				

Tabel B.7 Uji Variabel A *Device* Samsung Grand Pada Ruang Utama

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-70	-65	-71	-68	-69
2	-63	-66	-72	-62	-64
3	-64	-63	-63	-65	-62
4	-62	-73	-73	-63	-72
5	-73	-74	-68	-66	-76
6	-64	-72	-71	-70	-64
7	-63	-72	-64	-67	-73
8	-75	-63	-71	-64	-70
9	-73	-66	-72	-63	-73
10	-64	-62	-70	-65	-64
11	-72	-72	-64	-63	-70
12	-69	-62	-66	-63	-60
13	-62	-69	-74	-73	-69
14	-62	-67	-63	-63	-64
15	-71	-63	-63	-71	-61
16	-62	-72	-65	-70	-66
17	-64	-75	-71	-63	-66
18	-74	-66	-62	-65	-64
19	-64	-65	-72	-67	-67
20	-72	-74	-66	-66	-66
RATA-RATA	-67.22				

Tabel B.8 Uji Variabel A *Device* Samsung Grand Pada Ruang Rapat

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-66	-62	-61	-68	-67
2	-61	-66	-64	-61	-66
3	-62	-63	-61	-62	-61
4	-66	-64	-68	-66	-70
5	-64	-61	-70	-62	-66
6	-62	-65	-67	-62	-67
7	-60	-64	-68	-64	-67
8	-62	-67	-65	-66	-63
9	-61	-62	-66	-62	-61
10	-62	-66	-66	-70	-61
11	-62	-71	-62	-66	-69
12	-64	-64	-61	-62	-62
13	-63	-63	-67	-66	-67
14	-64	-67	-62	-68	-64
15	-66	-66	-61	-66	-67
16	-66	-65	-66	-62	-69
17	-63	-64	-68	-66	-62
18	-60	-64	-64	-71	-66
19	-66	-70	-62	-62	-61
20	-68	-71	-67	-67	-70
RATA-RATA	-64.74				

**Tabel B.9 Uji Variabel A *Device* Samung Grand Pada Ruang
Server**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-64	-68	-70	-70	-72
2	-62	-62	-74	-67	-70
3	-63	-70	-72	-64	-78
4	-76	-70	-66	-66	-64
5	-72	-72	-72	-70	-76
6	-77	-68	-70	-65	-66
7	-71	-66	-71	-74	-67
8	-72	-72	-74	-67	-62
9	-75	-64	-76	-67	-65
10	-69	-77	-65	-62	-75
11	-63	-65	-64	-64	-62
12	-64	-63	-63	-66	-62
13	-71	-72	-62	-66	-67
14	-64	-64	-74	-72	-65
15	-71	-74	-77	-66	-70
16	-63	-63	-71	-70	-64
17	-64	-73	-73	-63	-68
18	-73	-79	-62	-63	-70
19	-64	-62	-63	-66	-75
20	-67	-70	-72	-65	-62
RATA-RATA	-68.23				

Tabel B.10 Uji Variabel A Device Zenfone 4 Pada Ruang Utama

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-67	-70	-67	-61	-62
2	-64	-69	-63	-64	-62
3	-65	-63	-64	-66	-63
4	-63	-68	-68	-66	-65
5	-69	-69	-61	-62	-62
6	-62	-64	-66	-68	-62
7	-68	-65	-64	-62	-69
8	-68	-63	-64	-63	-62
9	-66	-66	-63	-64	-64
10	-67	-64	-63	-63	-67
11	-63	-66	-68	-62	-67
12	-62	-62	-66	-64	-66
13	-65	-65	-65	-62	-65
14	-69	-65	-69	-65	-67
15	-62	-63	-62	-67	-67
16	-67	-62	-67	-65	-64
17	-68	-62	-63	-67	-63
18	-63	-68	-64	-65	-64
19	-66	-62	-62	-63	-66
20	-66	-63	-67	-63	-63
RATA-RATA	-64.77				

Tabel B.11 Uji Variabel A Device Zenfone 4 Pada Ruang Rapat

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-67	-71	-69	-63	-69
2	-66	-70	-66	-70	-72
3	-70	-78	-68	-64	-66
4	-63	-68	-63	-71	-68
5	-74	-68	-71	-70	-63
6	-65	-67	-70	-66	-69
7	-72	-68	-63	-67	-70
8	-67	-71	-66	-63	-69
9	-68	-64	-68	-70	-70
10	-69	-68	-66	-65	-70
11	-70	-71	-67	-64	-70
12	-70	-70	-63	-71	-71
13	-70	-76	-66	-65	-70
14	-67	-68	-66	-70	-63
15	-65	-68	-68	-71	-65
16	-68	-77	-70	-66	-70
17	-75	-66	-66	-70	-67
18	-62	-70	-68	-70	-68
19	-66	-62	-75	-62	-63
20	-63	-66	-71	-70	-69
RATA-RATA	-68.04				

Tabel B.12 Uji Variabel A Device Zenfone 4 Pada Ruang Server

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-64	-69	-79	-67	-67
2	-65	-69	-75	-66	-67
3	-75	-66	-67	-71	-66
4	-72	-66	-68	-66	-74
5	-75	-72	-67	-67	-70
6	-77	-66	-70	-67	-66
7	-76	-66	-73	-78	-68
8	-69	-68	-67	-70	-72
9	-65	-66	-67	-72	-71
10	-68	-66	-65	-70	-67
11	-70	-78	-70	-72	-72
12	-63	-75	-68	-70	-67
13	-69	-68	-67	-66	-77
14	-64	-67	-79	-67	-67
15	-66	-65	-66	-68	-67
16	-64	-66	-66	-67	-67
17	-64	-67	-71	-66	-70
18	-64	-65	-67	-66	-66
19	-65	-72	-64	-73	-71
20	-66	-72	-66	-69	-69
RATA-RATA	-68.71				

**Tabel B.13 Uji Variabel n Device Fonepad 8 Pada Ruang Rapat
Jarak 2 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	3,210079	4,871043	2,2135	0,884729	2,545693
2	1,881308	2,877886	0,884729	4,871043	2,545693
3	3,874464	4,53885	2,545693	0,552536	1,549115
4	3,542272	1,549115	0,884729	0,220343	1,549115
5	0,220343	5,203236	1,216922	0,220343	0,552536
6	3,542272	4,53885	1,216922	4,871043	8,192971
7	1,881308	1,881308	0,552536	2,545693	4,53885
8	2,2135	1,881308	1,881308	6,532007	2,545693
9	0,884729	3,210079	1,216922	4,206657	4,206657
10	3,542272	2,2135	2,877886	1,216922	3,210079
11	6,199814	2,2135	4,53885	2,2135	6,199814
12	0,884729	3,542272	2,545693	1,216922	1,549115
13	1,549115	5,867621	0,884729	0,884729	4,871043
14	1,549115	4,206657	0,884729	0,552536	1,549115
15	1,216922	2,2135	3,874464	5,535428	1,549115
16	0,884729	2,545693	1,881308	2,2135	3,542272
17	2,877886	1,881308	1,881308	6,8642	4,871043
18	0,884729	2,545693	4,53885	1,881308	5,867621
19	1,216922	1,216922	2,877886	0,884729	2,545693
20	0,884729	4,53885	3,210079	6,532007	2,877886
RATA-RATA	2,708467634				

Tabel B.14 Uji Variabel n Device Fonepad 8 Pada Ruang Rapat Jarak 3 Meter

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	1,606154	3,492467	1,815744	1,396563	2,863696
2	0,767792	0,767792	1,815744	2,444515	1,606154
3	1,606154	0,977383	1,606154	2,025334	1,815744
4	2,025334	2,444515	1,815744	0,348612	2,234925
5	0,348612	3,282876	-0,28016	1,606154	1,815744
6	0,558202	0,767792	0,767792	2,234925	1,815744
7	1,186973	2,234925	0,139021	2,654105	1,396563
8	1,186973	0,348612	1,396563	2,444515	1,815744
9	1,815744	1,186973	0,139021	2,234925	1,396563
10	1,396563	0,139021	1,606154	0,558202	1,815744
11	0,139021	0,558202	0,977383	1,186973	1,396563
12	0,977383	0,977383	1,396563	0,767792	4,121237
13	1,186973	1,186973	1,606154	1,186973	1,186973
14	2,863696	0,558202	1,186973	0,977383	2,444515
15	2,234925	1,815744	2,234925	0,558202	2,234925
16	2,863696	2,234925	1,396563	2,234925	2,654105
17	2,654105	0,767792	1,815744	1,815744	0,767792
18	2,444515	1,396563	0,977383	1,396563	3,282876
19	2,234925	-0,28016	0,977383	2,444515	3,073286
20	0,139021	2,234925	1,606154	1,606154	0,558202
RATA-RATA	1,547468265				

**Tabel B.15 Uji Variabel *n* Device Fonepad 8 Pada Ruang Utama
Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	2,545693	0,884729	1,549115	1,549115	3,542272
2	1,549115	1,881308	2,877886	2,2135	0,884729
3	0,884729	7,528585	2,2135	1,549115	2,545693
4	2,2135	2,877886	1,881308	1,216922	2,877886
5	2,877886	1,549115	0,884729	1,216922	3,210079
6	2,545693	1,549115	6,532007	1,549115	1,549115
7	0,884729	2,877886	5,203236	2,2135	2,877886
8	1,549115	2,2135	2,545693	2,545693	0,884729
9	0,552536	2,2135	1,549115	2,545693	2,877886
10	2,2135	2,2135	2,877886	2,877886	2,2135
11	4,206657	3,874464	1,549115	3,542272	0,884729
12	1,881308	1,881308	1,216922	1,216922	1,549115
13	4,206657	2,545693	3,210079	2,2135	2,545693
14	2,2135	2,545693	3,542272	0,884729	2,877886
15	0,884729	2,2135	2,545693	1,216922	1,216922
16	1,216922	1,549115	2,877886	3,542272	3,874464
17	1,549115	2,877886	2,545693	0,884729	1,549115
18	1,216922	1,881308	2,877886	1,216922	2,545693
19	1,881308	6,199814	2,545693	1,549115	0,884729
20	2,2135	3,542272	1,549115	1,216922	2,877886
RATA-RATA	2,279938909				

**Tabel B.16 Uji Variabel n Device Fonepad 8 Pada Ruang Utama
Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	3,702057	1,396563	2,234925	1,186973	2,654105
2	4,121237	2,234925	2,444515	1,815744	1,396563
3	1,606154	2,444515	2,234925	0,348612	0,139021
4	2,234925	0,139021	1,815744	0,558202	0,767792
5	2,863696	2,234925	2,654105	1,815744	2,234925
6	0,139021	1,815744	1,815744	2,025334	0,977383
7	2,654105	1,606154	1,606154	1,815744	1,815744
8	2,444515	2,234925	0,977383	1,396563	2,234925
9	2,234925	2,444515	2,025334	2,025334	3,282876
10	2,654105	2,234925	2,234925	2,234925	3,073286
11	2,444515	3,282876	1,396563	0,139021	3,911647
12	0,767792	2,234925	2,234925	0,348612	1,815744
13	0,139021	1,186973	1,606154	2,234925	2,654105
14	1,815744	2,654105	0,558202	1,815744	0,139021
15	1,606154	2,234925	1,815744	1,815744	1,396563
16	0,348612	2,863696	0,348612	0,139021	2,654105
17	1,606154	0,558202	0,348612	-0,07057	0,348612
18	1,606154	0,348612	1,396563	1,815744	2,654105
19	0,139021	0,558202	2,234925	2,444515	2,025334
20	0,558202	1,815744	2,234925	1,396563	0,977383
RATA-RATA	1,708852817				

**Tabel B.17 Uji Variabel n Device Samsung Grand Pada Ruang
Rapat Jarak 2 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	4,076006	4,076006	1,750656	3,41162	4,076006
2	4,740391	0,089692	7,730127	2,747235	0,089692
3	7,730127	2,415042	1,08627	2,082849	3,079427
4	0,089692	2,415042	6,401355	2,082849	7,065741
5	4,408199	1,750656	3,079427	1,750656	1,750656
6	5,072584	3,743813	3,079427	2,415042	3,743813
7	4,740391	3,079427	2,747235	3,079427	4,408199
8	1,750656	2,747235	4,076006	4,408199	3,079427
9	0,089692	1,750656	1,08627	3,079427	2,082849
10	6,733548	5,072584	0,754078	4,076006	3,079427
11	6,401355	1,418463	0,754078	2,415042	2,415042
12	8,726705	3,743813	3,41162	3,743813	1,750656
13	0,089692	2,747235	3,079427	3,079427	3,743813
14	5,072584	4,408199	4,408199	2,082849	4,076006
15	0,421885	1,750656	5,072584	1,750656	0,421885
16	0,754078	3,41162	2,082849	3,079427	5,072584
17	3,743813	2,082849	1,08627	1,08627	4,740391
18	5,072584	3,41162	3,079427	1,750656	5,072584
19	5,73697	7,730127	2,082849	5,73697	3,41162
20	3,41162	4,408199	2,747235	1,418463	2,082849
RATA-RATA	3,212304468				

Tabel B.18 Uji Variabel n Device Samsung Grand Pada Ruang Rapat Jarak 3 Meter

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	5,925119	4,248396	4,248396	3,619625	1,523722
2	3,410035	1,733312	2,990854	3,200444	4,457986
3	3,200444	4,877167	2,152493	3,619625	3,410035
4	2,152493	2,362083	1,942902	3,619625	2,571673
5	2,571673	1,942902	2,990854	2,152493	2,990854
6	3,410035	2,362083	1,314131	2,571673	2,362083
7	2,152493	2,781264	4,877167	3,410035	2,152493
8	2,571673	1,942902	1,942902	2,781264	1,942902
9	3,200444	1,942902	2,781264	1,733312	2,152493
10	2,781264	2,990854	1,314131	1,523722	4,038806
11	2,152493	2,362083	1,733312	2,362083	2,571673
12	1,942902	2,781264	2,571673	1,942902	2,362083
13	2,990854	2,990854	2,571673	4,038806	2,362083
14	1,942902	2,571673	4,038806	3,619625	3,619625
15	1,942902	1,733312	5,925119	2,571673	1,942902
16	2,571673	1,733312	1,733312	2,362083	1,942902
17	3,829215	1,314131	1,733312	3,619625	2,152493
18	1,733312	2,781264	1,942902	3,829215	2,990854
19	4,877167	1,733312	1,733312	2,571673	2,152493
20	1,942902	2,152493	4,248396	2,362083	1,942902
RATA-RATA	2,705811127				

**Tabel B.19 Uji Variabel n Device Samsung Grand Pada Ruang
Utama Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	-0,2425	1,08627	4,408199	0,754078	3,41162
2	0,754078	-0,2425	2,415042	2,082849	2,082849
3	2,415042	1,08627	0,754078	1,750656	0,421885
4	-0,2425	1,750656	4,076006	-0,2425	2,415042
5	2,415042	1,750656	2,415042	0,754078	1,750656
6	2,415042	1,750656	1,750656	2,082849	2,415042
7	-0,2425	2,415042	2,415042	2,747235	1,750656
8	2,082849	0,754078	2,415042	2,415042	2,415042
9	2,747235	2,082849	-0,2425	1,418463	2,082849
10	2,082849	2,747235	1,08627	2,082849	2,082849
11	3,079427	3,743813	3,079427	2,415042	2,747235
12	2,747235	1,08627	2,082849	2,082849	3,079427
13	2,415042	2,747235	1,750656	2,415042	1,750656
14	-0,2425	1,750656	3,079427	-0,2425	0,089692
15	1,750656	2,082849	2,415042	0,089692	2,415042
16	2,747235	3,41162	3,41162	1,750656	1,750656
17	3,743813	2,747235	3,41162	1,750656	1,418463
18	-0,90689	0,421885	3,079427	0,421885	2,082849
19	-0,57469	2,747235	2,415042	3,743813	-0,2425
20	1,750656	2,415042	3,41162	2,747235	0,421885
RATA-RATA	1,880211302				

Tabel B.20 Uji Variabel n Device Samsung Grand Pada Ruang Utama Jarak 3 Meter

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	2,152493	1,523722	2,152493	3,829215	1,733312
2	1,523722	1,314131	1,523722	1,523722	1,523722
3	1,314131	1,733312	1,104541	1,314131	1,523722
4	2,152493	1,523722	2,362083	1,942902	0,47577
5	1,523722	2,571673	1,104541	1,733312	1,314131
6	1,523722	1,104541	2,362083	1,733312	1,314131
7	2,362083	1,942902	1,523722	2,152493	1,733312
8	1,523722	-0,153	1,523722	1,104541	1,314131
9	-0,153	1,523722	4,248396	1,314131	1,523722
10	1,733312	1,733312	1,104541	1,523722	1,523722
11	1,733312	2,152493	1,314131	3,829215	1,523722
12	1,733312	1,733312	1,523722	1,733312	2,571673
13	1,942902	2,781264	1,314131	3,200444	1,942902
14	1,942902	1,942902	1,523722	1,523722	0,68536
15	1,942902	1,942902	2,571673	1,314131	0,894951
16	1,314131	-0,57218	1,523722	1,523722	1,314131
17	1,314131	1,733312	1,733312	1,733312	1,523722
18	1,523722	2,152493	1,733312	1,104541	0,68536
19	0,894951	1,314131	1,733312	1,314131	1,104541
20	1,733312	1,942902	1,314131	2,362083	1,523722
RATA-RATA	1,64528407				

**Tabel B.21 Uji Variabel *n* Device Samsung S4 Pada Ruang
Rapat Jarak 2 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	2,369531	3,033917	2,701724	3,033917	2,369531
2	2,701724	1,372953	1,04076	3,36611	2,369531
3	4,030495	5,027074	1,372953	6,023652	4,030495
4	5,359267	3,698303	1,04076	3,36611	6,355845
5	4,694881	2,037339	3,033917	2,701724	2,701724
6	3,698303	4,694881	1,705146	6,023652	2,701724
7	2,037339	1,705146	2,369531	1,705146	5,359267
8	4,030495	3,698303	1,04076	3,36611	2,037339
9	8,349002	1,372953	8,349002	5,027074	2,037339
10	2,369531	4,362688	5,359267	1,372953	2,369531
11	3,36611	2,369531	3,36611	2,037339	4,030495
12	4,694881	1,705146	4,694881	1,705146	2,369531
13	5,691459	4,030495	1,04076	3,36611	4,030495
14	6,023652	5,359267	1,04076	2,701724	2,701724
15	1,372953	5,691459	1,705146	1,705146	1,705146
16	2,369531	2,369531	3,36611	8,016809	2,037339
17	6,023652	4,030495	1,705146	2,701724	1,705146
18	5,027074	2,369531	2,037339	1,04076	0,708567
19	3,36611	3,36611	3,36611	0,376374	3,698303
20	3,698303	2,037339	4,362688	1,372953	3,033917
RATA-RATA	3,196691406				

**Tabel B.22 Uji Variabel n Device Samsung S4 Pada Ruang
Rapat Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	0,866237	1,075827	2,96214	0,447056	2,333369
2	4,010092	1,075827	2,542959	3,800501	1,914188
3	1,495008	1,704598	2,96214	1,075827	1,914188
4	1,285417	2,96214	1,285417	2,96214	1,914188
5	1,914188	1,704598	1,704598	1,285417	1,495008
6	1,285417	1,704598	5,058043	1,075827	4,010092
7	2,96214	2,75255	1,704598	2,123779	1,704598
8	1,285417	1,075827	1,914188	1,495008	0,656646
9	0,866237	1,914188	4,010092	3,800501	1,075827
10	2,542959	3,17173	3,590911	4,219682	5,058043
11	4,219682	1,704598	1,914188	2,96214	1,704598
12	2,123779	0,866237	1,704598	2,333369	3,800501
13	3,381321	0,866237	2,96214	7,573127	1,704598
14	4,010092	2,123779	2,123779	0,656646	1,285417
15	1,075827	2,75255	2,333369	1,285417	2,75255
16	2,123779	0,656646	1,704598	3,590911	3,17173
17	2,542959	2,96214	2,75255	0,656646	1,495008
18	4,219682	0,866237	2,96214	3,800501	1,704598
19	2,96214	3,17173	2,542959	2,542959	1,285417
20	1,285417	1,704598	1,704598	2,123779	2,123779
RATA-RATA	2,26630021				

**Tabel B.23 Uji Variabel n Device Samsung S4 Pada Ruang
Utama Jarak 2 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	3,033917	4,362688	2,037339	4,362688	3,033917
2	1,372953	5,027074	1,705146	2,369531	2,037339
3	2,701724	3,033917	2,037339	5,359267	5,359267
4	0,376374	8,349002	4,030495	2,037339	1,04076
5	1,04076	1,372953	5,359267	4,362688	6,023652
6	1,372953	2,701724	4,030495	6,355845	3,033917
7	1,372953	5,691459	2,701724	2,037339	3,033917
8	4,694881	3,033917	2,037339	4,030495	1,705146
9	4,694881	5,359267	4,030495	5,691459	3,36611
10	0,708567	5,359267	3,033917	5,359267	1,705146
11	3,033917	4,030495	2,701724	4,694881	5,691459
12	5,691459	2,037339	2,701724	4,030495	3,36611
13	0,708567	4,694881	4,694881	2,369531	2,701724
14	1,705146	4,694881	1,705146	4,030495	3,698303
15	1,705146	1,372953	4,694881	3,033917	5,359267
16	3,698303	2,369531	3,033917	4,030495	1,705146
17	3,033917	4,362688	4,030495	5,359267	3,698303
18	4,362688	5,691459	2,701724	2,369531	3,033917
19	1,04076	5,027074	5,027074	3,36611	3,36611
20	4,362688	3,36611	3,698303	2,037339	5,027074
RATA-RATA	3,439192157				

**Tabel B.24 Uji Variabel n Device Samsung S4 Pada Ruang
Utama Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	1,285417	2,542959	0,866237	0,866237	1,914188
2	0,866237	0,866237	0,866237	0,866237	1,495008
3	6,105995	0,656646	0,866237	1,704598	0,866237
4	0,866237	2,123779	1,914188	0,866237	0,866237
5	1,704598	0,866237	0,866237	2,333369	1,075827
6	2,75255	1,285417	1,285417	1,285417	0,866237
7	3,590911	1,704598	0,866237	1,285417	0,866237
8	0,656646	0,866237	1,495008	1,704598	2,542959
9	1,285417	1,495008	0,866237	1,914188	0,866237
10	2,123779	1,495008	2,542959	1,704598	3,381321
11	3,800501	1,075827	1,495008	3,381321	1,495008
12	1,075827	2,123779	1,285417	3,381321	0,866237
13	0,866237	0,866237	0,656646	0,866237	1,075827
14	0,866237	1,075827	0,866237	1,704598	1,495008
15	0,656646	1,285417	0,866237	0,866237	1,285417
16	2,123779	0,866237	2,75255	1,704598	1,075827
17	0,866237	1,075827	1,914188	0,866237	1,285417
18	0,656646	0,866237	1,075827	0,866237	0,866237
19	2,75255	1,075827	3,17173	0,866237	0,866237
20	1,704598	1,704598	0,656646	0,656646	0,866237
RATA- RATA	1,45308974				

**Tabel B.25 Uji Variabel n Device Zenfone 4 Pada Ruang Rapat
Jarak 2 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	0,606817	3,264359	2,932166	-0,05757	0,274624
2	0,274624	-0,38976	0,606817	2,267781	-1,05415
3	2,267781	-0,38976	-0,72195	2,599973	1,271202
4	3,596552	0,939009	-0,72195	2,267781	-0,72195
5	-0,38976	0,939009	-1,05415	0,939009	1,271202
6	-0,05757	0,606817	2,932166	0,939009	2,267781
7	1,603395	-0,38976	1,603395	0,274624	2,267781
8	2,932166	4,260938	-0,72195	1,271202	2,267781
9	0,606817	1,935588	-0,72195	0,274624	2,932166
10	0,939009	-0,72195	0,274624	0,274624	-0,38976
11	0,939009	2,267781	0,274624	0,606817	1,603395
12	1,935588	-0,72195	-0,38976	0,939009	0,606817
13	0,939009	2,932166	-0,38976	2,267781	-1,05415
14	0,274624	-0,72195	2,599973	1,603395	0,274624
15	-0,05757	-0,38976	1,935588	2,599973	1,603395
16	0,939009	4,260938	2,267781	0,939009	0,606817
17	-0,05757	1,271202	1,271202	-0,72195	1,935588
18	1,935588	4,925323	-0,38976	2,267781	1,935588
19	3,264359	3,596552	2,267781	0,274624	-0,38976
20	0,606817	-0,05757	1,935588	-0,05757	2,267781
RATA-RATA	1,078530395				

**Tabel B.26 Uji Variabel n Device Zenfone 4 Pada Ruang Rapat
Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	2,478762	1,01163	1,640401	1,640401	2,688352
2	2,478762	1,849991	1,849991	1,22122	1,01163
3	1,640401	2,059581	0,802039	1,22122	1,22122
4	2,688352	1,01163	1,43081	1,22122	1,22122
5	1,849991	1,22122	1,22122	1,640401	1,43081
6	3,945894	1,22122	2,269172	1,22122	1,640401
7	1,43081	2,897943	2,059581	1,01163	2,059581
8	0,802039	1,22122	1,01163	0,802039	1,640401
9	1,849991	1,640401	1,849991	1,640401	1,849991
10	3,736304	1,22122	0,802039	1,849991	1,640401
11	2,478762	1,849991	0,802039	1,849991	1,849991
12	1,43081	1,849991	1,22122	1,01163	1,849991
13	0,173268	1,849991	1,22122	1,22122	1,640401
14	3,945894	1,849991	1,01163	1,43081	1,22122
15	2,059581	1,849991	1,22122	1,01163	1,22122
16	2,269172	2,059581	0,802039	1,01163	1,22122
17	2,269172	1,849991	1,01163	1,01163	0,802039
18	2,897943	2,269172	0,802039	1,640401	1,01163
19	3,317123	1,43081	1,22122	1,43081	1,640401
20	2,059581	2,059581	1,01163	1,43081	2,269172
RATA-RATA	1,629921099				

**Tabel B.27 Uji Variabel n Device Zenfone 4 Pada Ruang Utama
Jarak 2 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	2,267781	2,599973	3,264359	2,267781	2,599973
2	1,603395	2,599973	2,599973	2,267781	3,264359
3	2,599973	1,603395	3,264359	2,267781	5,589709
4	2,267781	3,596552	2,932166	3,928745	3,264359
5	1,603395	4,260938	0,939009	2,599973	2,599973
6	1,603395	2,267781	2,932166	2,599973	4,925323
7	2,932166	2,267781	2,599973	1,935588	3,928745
8	1,603395	3,264359	2,599973	2,267781	5,921902
9	1,935588	4,925323	1,603395	2,267781	0,939009
10	3,264359	2,932166	2,599973	1,603395	1,603395
11	2,267781	4,260938	1,935588	2,599973	4,59313
12	3,264359	2,599973	6,91848	4,59313	2,932166
13	2,267781	3,928745	2,267781	2,267781	0,939009
14	3,596552	3,596552	2,267781	2,267781	2,267781
15	2,599973	2,599973	1,935588	2,267781	2,599973
16	3,596552	2,267781	2,267781	2,267781	1,271202
17	3,596552	1,935588	1,271202	2,267781	1,603395
18	5,257516	4,260938	2,599973	3,264359	2,932166
19	3,596552	4,59313	3,264359	3,928745	1,935588
20	3,264359	3,596552	1,935588	7,582866	3,928745
RATA-RATA	2,879015422				

**Tabel B.28 Uji Variabel n Device Zenfone 4 Pada Ruang Utama
Jarak 3 Meter**

NILAI dBm	PERCOBAAN				
	1	2	3	4	5
1	3,736304	2,478762	1,640401	1,849991	3,736304
2	2,897943	1,43081	2,059581	2,688352	2,688352
3	1,849991	1,640401	1,640401	3,107533	2,059581
4	3,107533	2,059581	3,736304	2,059581	2,269172
5	1,849991	2,478762	2,059581	1,640401	2,269172
6	3,107533	2,688352	1,640401	1,43081	1,640401
7	1,22122	1,22122	2,059581	1,849991	2,897943
8	1,849991	1,849991	1,43081	3,107533	1,640401
9	1,43081	1,640401	1,640401	2,688352	1,43081
10	1,640401	2,059581	2,269172	1,849991	1,849991
11	3,317123	2,059581	1,640401	4,365075	3,317123
12	2,269172	2,059581	2,059581	1,640401	1,849991
13	1,849991	1,43081	2,059581	1,43081	2,478762
14	1,640401	2,059581	1,849991	2,059581	1,849991
15	3,736304	2,688352	2,269172	1,640401	1,849991
16	1,849991	1,22122	2,688352	2,269172	1,640401
17	3,107533	2,059581	3,107533	-0,24591	2,897943
18	3,107533	2,478762	1,849991	1,43081	1,22122
19	2,269172	1,43081	3,317123	2,897943	1,43081
20	3,736304	1,43081	3,107533	3,107533	2,269172
RATA-RATA	2,183239564				

BIODATA PENULIS



Anggeriko Aryasena dilahirkan di Bantul, 25 Agustus 1994. Penulis menempuh pendidikan di SDN 3 Sragi (2000–2006), SMPN 2 Pekalongan (2006–2009), dan SMAN 1 Pekalongan (2009–2012). Penulis melanjutkan pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Informatika ITS (2012–2016). Dalam menyelesaikan pendidikan S1, penulis mengambil bidang minat Algoritma dan Pemrograman.

Selama kuliah, penulis aktif dalam kegiatan organisasi dan akademik. Pada kegiatan organisasi, penulis aktif sebagai staf HRD Robotika (2012–2013), staf Departemen Pengembangan dan Profesi (2013–2014), Ketua BEM FTIf (2014–2015), Tim Pemandu LKMM Fakultas Teknologi Informasi (2013–2015), kepanitiaan Schematics 2013, dan Dewan Perwakilan Mahasiswa FTIf (2015–2016). Pada bidang akademik, penulis aktif sebagai asisten dosen mata kuliah Struktur Data. Penulis memiliki ketertarikan pada pengembangan software perangkat bergerak, website, dan jaringan nirkabel. Penulis dapat dihubungi melalui **anggeriko.aryasena@gmail.com**.